

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

(повне найменування інституту, факультету)

КАФЕДРА ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ КЕРАМІКИ ТА СКЛА

(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»
УДК _____

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Б.Ю. Корнілович
(підпис) (ініціали, прізвище)

«__» _____ 2018 р.

**Магістерська дисертація
на здобуття ступеня магістра**

зі спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія»
(код та назва спеціальності)

за спеціалізацією «Хімічні технології неорганічних керамічних матеріалів»

на тему: Виробництво плитки «GRESSE», оптимізація складу вихідної шихти

Виконав: студент 6 - го курсу, групи ХМ-71мп

Климович Володимир Сергійович

Керівник доц., к.т.н. Павленко В.М.

Консультанти:

_____	_____	_____
(назва розділу)	(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)	(підпис)
_____	_____	_____
(назва розділу)	(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)	(підпис)
_____	_____	_____
(назва розділу)	(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)	(підпис)

Рецензент _____
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проєкті
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань

Студент _____
(підпис)

Київ - 2018 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

(повне факультету)

КАФЕДРА ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ КЕРАМІКИ ТА СКЛА

(повна назва кафедри)

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

за **освітньо-професійною** програмою

Спеціальність – 161 «Хімічні технології та інженерія»

Спеціалізація – «Хімічні технології неорганічних керамічних матеріалів»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Б.Ю. Корнілович
(підпис) (ініціали, прізвище)

« ____ » _____ 2018 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

1. Тема дисертації _____

науковий керівник дисертації _____

затверджені наказом по університету від «07» листопада 2018 р. № 4099-с

2. Термін подання студентом дисертації _____

3. Об'єкт дослідження _____

4. Предмет дослідження _____

5. Перелік завдань, які потрібно розробити _____

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу _____

7. Орієнтовний перелік публікацій _____

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	Тюленєва Ю. В., доцент		
	Полукаров Ю. О., доцент		
	Бородін В. І., асистент		

9. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Студент

(підпис)

(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

(підпис)

(ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Дана магістерська дисертація складається з: 127 ст., 40 табл., 3 рис., 1 сх., 2 дод., 31 джерело., 8 креслень.

ТЕХНОГІЧНА СХЕМА, АСОРТИМЕНТ, СТАНДАРТ ДО ПРОДУКЦІЇ, СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА, СИРОВИНА, ПЕГМАТИТИ, ДЕЗІНТЕГРАТОР, ЕНЕРГЕТИЧНІ НОСІЇ, ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ, ШИХТА, ЦЕХ, ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ, ТЕПЛО-ТЕХНІЧНИЙ АГРЕГАТ, АВТОМАТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ, ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ, ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ.

Об'єкт дослідження – оптимізація складу вихідної шихти на виробництві плитки «Gress».

Мета дослідження – застосування у виробництві плитки «Gress» таких основних видів оптимізованої шихти, як кварц–польовошпатна сировина та каолін лужний виробництва ДП «Шпат» родовища «Гірське».

На основі аналізу літературних та експериментальних даних було проведено оцінку доцільності та розрахунків вартості впровадження оптимізованих видів шихти у виробництво, які дозволяють підвищити техніко-економічні показники при незмінній якості кінцевої продукції.

Було здійснено розрахунок хімічного складу маси, проведено подальший підбір і розрахунки основних технологічних агрегатів під оптимізовану шихту. Було розраховано матеріальний баланс виробництва та теплові розрахунки печі для випалу плитки.

На основі отриманих даних розроблено проект виробництва керамогранітної плитки «GRESS» формату 300×300×7.5, продуктивністю 2,4 млн. м² в рік.

Всі технологічні рішення прийняті з урахуванням вимог охорони праці, пожежної й екологічної безпеки. Проведено економіко-організаційні розрахунки і розроблено стартап-проект «Оптимізація складу вихідної шихти у виробництві керамогранітних плиток». Проведено автоматизацію процесу приготування прес-порошку з подальшим його зневодненням у БРС.

THE ABSTRACT

This Master's dissertation consists of 127 pages, 40 tables, 4 schemes, 8 drawings and 2 appendices. 31 references and official scientific sites of a worldnet "Internet" have been used.

THE TECHNOLOGICAL SCHEME, ASSORTMENT, THE STANDARD OF PRODUCTION, THE WAY OF PRODUCTION, RAW MATERIALS, PEGMATITES, DISINTEGRATORENERGETICAL BEARER, PHYSICAL AND CHEMICAL PROCESS, SHOP, TECHNOLOGICAL EQUIPMENT, WARM-TECHNOLOGICAL UNIT, AUTOMATICAL REGULATION, SAFETY CONDITIONS, ECONOMICAL ACCOUNTS.

Object of the dissertation - optimization of the original charge on a ceramicgranit tile "Gress" factory.

The purpose of the given dissertation is the production of the tile "Gress" made of such types of optimized charge as quartz-feldspar and kaolin-alkaline materials.

According to theoretical and experimental data, calculations of optimized charge usage were made, which allows to increase the technical and economic indicators with the stable quality of final products.

As a result, a ceramicgranit 300×300×7.5mm tiles factory project with 2,4 million m² productivity per year was developed.

During the development special attention was paid to selection of raw materials, calculations of raw components weight, calculations of the basic process equipment. All technological decisions were taken according to requirements of labor protection, fire and environmental safety. Also carried out startup – projectical calculations of revolutionary new charge and the use of disintegrators at the stage of mass grafting. Automation of an spray dryer industrial line was done.

Зміст

Вступ	9
1. Вибір напрямку досліджень	1
1.1. Стан виробництва керамічної плитки в Україні	12
1.2. Оцінка сучасного ринку імпортованої керамічної плитки в Україні	15
1.3. Огляд існуючих технологій або методів виготовлення керамограніту	16
1.3.1. Існуючі технології виробництва керамічних плиток і керамограніту, їх переваги і недоліки.	16
1.3.2. Різноманітність технологічного устаткування у виробництві керамічних плиток і керамограніту.	22
Висновки до розділу 1	25
2. Технологічна частина	27
2.1. Вибір та обґрунтування точки будівництва	27
2.2. Асортимент і вимоги до продукції	29
2.3. Характеристика сировини, допоміжних матеріалів, енергетичних носіїв	31
2.4. Обґрунтування вибору технологічної схеми, способу виробництва	38
2.4.1. Контроль якості, транспортування, прийом і зберігання сировини та матеріалів.	39
2.4.2. Приготування шлікеру	40

					ХМ3206.1006.001ПЗ		
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Климович В.С.			Виробництво плитки «Gress», оптимізація складу вихідної шихти	Літ.	Арк
Перевір.		Павленко В.М.					6
Реценз.						НТУУ «КПІ», ХТФ, ХМ-71мп	
Н. Контр.							
Затверд.		Корнілович Б.Ю					

2.4.3. Приготування прес-порошку	42
2.4.4. Пресування плитки. Процеси при пресуванні	43
2.4.5. Сушіння плитки	46
2.4.6. Випал плитки	47
2.4.7. Сорткування і упакування плитки	49
2.5. Матеріальний баланс виробництва	51
2.6. Вибір і розрахунок технологічного устаткування	56
2.7. Розрахунок основного тепло-технологічного агрегату	60
2.7.2. Розрахунок конструктивних параметрів печі	60
2.7.2. Розрахунок технологічних параметрів	62
2.7.3. Розрахунок горіння палива	63
2.7.4. Розрахунок теплотехнічних параметрів	66
2.7.5. Розрахунок аеродинаміки печі	73
2.8. Генеральний план підприємства	76
Висновки до розділу 2	78
3. Контроль технологічних параметрів виробництва та автоматичне регулювання процесів	79
3.1. Аналіз технологічного процесу отримання прес-порошку як об'єкта автоматизації	79
3.2. Опис функціональної схеми автоматизації технологічного процесу отримання прес-порошку в БРС	80
Висновки до розділу 3	83

					ХМ3206.1006.001ПЗ		
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Климович В.С.			Виробництво плитки «Gress», оптимізація складу вихідної шихти	Літ.	Арк
Перевір.		Павленко В.М.					7
Реценз.						НТУУ «КПІ», ХТФ, ХМ-71мп	
Н. Контр.							
Затверд.		Корнілович Б.Ю					

4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	84
4.1. Охорона праці	84
4.1.1. Виявлення та аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів	84
4.1.1.1 Повітря робочої зони	84
4.1.1.2. Виробниче освітлення	87
4.1.1.3. Захист від виробничого шуму та вібрації	88
4.1.1.4 Електробезпека	89
4.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях	90
4.2.1. Безпека виробничих процесів та обладнання	90
4.2.2. Пожежна безпека	91
4.2.3. Аналіз небезпеки об'єкта, що проектується	93
Висновки до розділу 4	96
5. Стартап - проект	97
5.1. Резюме	97
5.2. Аналіз зовнішнього та внутрішнього середовища стартапу	99
5.3. Складові калькуляції на розробку і реалізацію ідеї	105
5.4. Аналіз джерел фінансування стартапу	111
Висновок	115
Перелік посилань	118
Додаток 1 – Специфікація устаткування, виробів і матеріалів до Кр.008	121
Додаток 2 – Специфікація технологічних агрегатів до Кр.005	127

					ХМ3206.1006.001ПЗ						
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Климович В.С.			Виробництво плитки «Gress», оптимізація складу вихідної шихти			Літ.	Арк	Аркушів	
Перевір.		Павленко В.М.							8		
Реценз.								НТУУ “КПІ”, ХТФ, ХМ-71мп			
Н. Контр.											
Затверд.		Корнілович Б.Ю									

ВСТУП

Виробництво керамічних матеріалів являє собою одну із провідних галузей будівельної промисловості, є науково-технічною і матеріальною базою для виготовлення нових матеріалів у хімічній технології, а також забезпечує багато потреб суспільства.

Будівельна кераміка є одним із самих ємних сегментів будпромисловості. Вона становить приблизно 30-40% усього обсягу матеріалів, що використовуються у будівництві. Це, насамперед: лицьова цегла, черепиця, плитка для внутрішнього і зовнішнього облицювання, плитка для підлоги, спеціалізована плитка для промислових будівель.

У промисловості будівельної кераміки відбуваються глибокі якісні зміни: механізуються і автоматизуються технологічні процеси, розвивається виробництво нових будівельних матеріалів.

Україна має високий потенціал у розвитку галузі будівельних матеріалів. Галузь має значні обсяги як експортних, так і імпорتنих операцій. Внаслідок девальвації гривні вплив українських виробників керамічної плитки й керамограніту на внутрішній ринок країни поступово зростає, що має наслідок у поступовому збільшенні обсягів виробництва. Керамічна плитка й керамограніт вітчизняного виробництва поступово набувають більшого попиту, ніж імпортна продукція. Також відчизняна продукція, порівняно із закордонними виробниками, за тієї ж якості має нижчу ціну. Даний факт обумовлюється тим, що в Україні існує безліч родовищ глинистої сировини, тобто сировина є дешевою і доступною.

Неможливо не відзначити екологічний аспект переваги керамічної плитки над синтетичними будівельними матеріалами, тому що керамічна плитка являє собою матеріал, отриманий із природної мінеральної сировини: глини, каоліну, кварцового піску та ін. Облицювання керамікою не тільки надає декоративність, але і захищає конструкцію від зовнішніх впливів.

За останні роки чітко проглядається тенденція до збільшення рівня виробництва саме такого виду виробів як керамогранітна плитка «Gress», і поступове послаблення позицій на ринку звичайної керамічної плитки. Це

					ХМ3206.1006.001.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пов'язано із тим, що керамогранітна плитка, при різноманітній фактурі і широкій колірній гамі, має кращі експлуатаційні властивості, ніж звичайна лицювальна плитка. «GRESS» має більш оптимальні параметри водопоглинання ($<0,5\%$), зносостійкості (175 мм^3), міцності ($>28 \text{ МПа}$), твердості (>8 по Моосу), морозостійкості (>100 циклів) та інертності до агресивних хімічних агентів [4]. Універсальність призначення керамогранітних плиток, та їх покращені характеристики, порівняно із звичайними плитками, обумовлюють ріст попиту на даний вид продукції.

Виробництво керамограніту, та керамічної плитки в цілому, напряму залежить від вибору сировини. Хімічний, гранулометричний і мінералогічний склад вихідної сировини має істотний вплив на якість і ціну кінцевого продукту. У зв'язку з цим питання пошуку і виявлення нових способів оптимізації складу вихідної сировини є особливо важливими.

Тому предмет магістерської дисертації на тему: «Виробництво плитки «Gress», оптимізація складу вихідної шихти», є актуальним, якщо звернути увагу на зростаючі потреби ринку, і важливість вибору якісної вихідної сировини для виробництва. Для передбаченого даною дисертацією проекту виробництва будуть використовуватись такі види оптимізованої сировини, як каолін лужний, та кварц – польовошпатна сировина підприємства «Шпат» родовища «Гірське» Житомирської області. Дані види сировини за своїм хімічним, гранулометричним, і мінералогічним складом найкраще підходять для виробництва плитки «GRESS» з покращеними, у порівнянні із звичайною плиткою, характеристиками.

Таким чином, потреби нашого виробництва будуть обмежуватись лише двома видами оптимізованої сировини, у той час як конкурентні підприємства, в тому числі головне конкурентне підприємство ТОВ «АТЕМ ГРУП», закупають по 4 основних компоненти шихти окремо із різних родовищ, тим самим затрачаючи більше економічних і логістичних ресурсів.

Мета і завдання роботи. Метою цієї роботи є впровадження у виробництво плитки «Gress» таких оптимізованих сировинних компонентів, як каоліну лужного, та кварц – польовошпатної сировини, які дозволяють

					ХМ3206.1006.001.ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підвищити техніко-економічні показники за незмінної якості кінцевого продукту.

Для реалізації заданої мети були визначені наступні завдання:

- проаналізувати склад і властивості оптимізованих сировинних матеріалів;
- запровадити технологію виробництва із застосуванням оптимізованої сировини, описати багатфакторне значення технології;
- дослідити вплив нової технології на експлуатаційні, техніко-економічні показники і якість кінцевої продукції.

Наукова новизна. Запропоновано принципово нову технологію виробництва керамогранітної плитки з використанням оптимізованої сировини.

Доцільність використання оптимізованої сировини обумовлена зростаючими потребами ринку, і важливістю вибору якісної вихідної сировини для виробництва керамограніту покращених, порівняно із звичайними плитками, характеристик.

					ХМ3206.1006.001.ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ВИБІР НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1. Стан виробництва керамічної плитки в Україні

Стан ринку керамічної плитки найкраще діагностується за прямими показниками – обсягами виробництва. Разом з тим, великий інтерес становить також стан виробничої бази, оскільки в Україні є значні поклади глинистої сировини і історично розвинена галузь виробництва керамічних виробів.

Обсяги споживання оздоблювальної будівельної кераміки пов'язані не лише з обсягами нового будівництва, але з проведенням поточних ремонтів об'єктів нерухомості. Нещодавнє дослідження фахівців Львівського інституту економіки і туризму встановило, що основний попит на ринку керамічної плитки в Україні створює житлове будівництво.

Ринок керамічної плитки України у 2015 р. становив 32,9 млн м² проти 15,2 млн м² у 2000 р. Упродовж 2000-2008 рр. споживання керамічної плитки стабільно зростало в середньому на 19%. Максимальний обсяг ринку зафіксовано у 2008 р. з показником 60,2 млн м² – ріст ринку з 2000 р. становив 297% або 27,4 млн м². За період 2008-2015 рр. ринок керамічної плитки скоротився на 45,5% або на 27,4 млн м². З 2013 р. ринок керамічної плитки в Україні характеризується негативною динамікою обсягів споживання. У 2014 р. обсяг ринку плитки керамічної знизився на 23% порівняно з показниками 2013 р. і становив 40,1 млн м². У 2015 р. ця тенденція продовжилася і ринок керамічної плитки в Україні ще знизився на 18% порівняно з 2014 р [1].

Проте, у 2013-2015 роках обсяги виробництва товарів ринку все ж зазнали падіння, і лише у 2016 році спостерігається стабілізація (на рис 1.1 можна спостерігати динаміку росту і спадів виробництва по рокам) [2].

У І-му півріччі 2017 року обсяги виробництва керамічної плитки в Україні зросли в порівнянні з аналогічним періодом 2016 року на 29% і склали 25,8 млн м². Загальне зростання продажів продукції українського виробництва склало 14%.

					ХМ3206.1006.001.ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

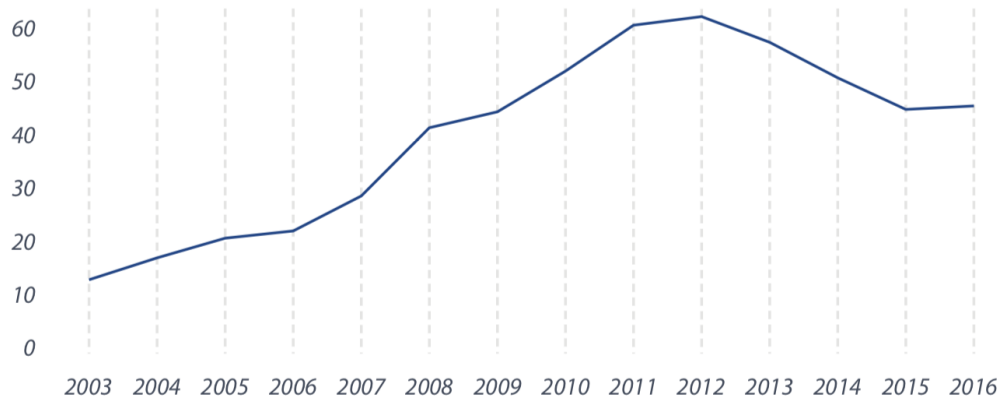


Рис 1.1. Виробництво керамічної плитки та плит в Україні, млн м²

Галузь має значні обсяги як експортних, так і імпорتنих операцій. Внаслідок девальвації гривні вплив українських виробників на внутрішній ринок країни поступово зростає, що має наслідок у поступовому збільшенні обсягів виробництва.

Експорт з України виріс на 37%, і склав 9,3 млн м². Імпорт в Україну керамічної плитки знизився на 5% і склав 4,2 млн м².

Розподіл часток у структурі українського експорту наступний: ТОВ «Атем Груп» – 40% (3/4 експорту Атема – технічний грес), Голден Тайл – 25%, ПрАТ «Інтеркерама» – 17%, «Cersanit Invest» – 11%.

Лідерами виробництва керамічної плитки в Україні є ТОВ «Атем Груп» (Київ), «Харківський плитковий завод», «Cersanit Invest» (Житомирська обл.) та ПрАТ «Інтеркерама» (Дніпропетровська обл.), сукупна частка яких становить більше 90% від загального обсягу виробленої плитки [3].

При цьому ТОВ «Атем Груп» з'явилося на ринку в 2003 р., ПрАТ «Інтеркерама» – у 2007 р., «Cersanit Invest» – у 2008 р. Саме внаслідок появи нових виробників на ринку, виробництво керамічної плитки в Україні зросло від 12,6 млн м² у 2003 р. до 45,4 млн м² у 2016 р.

За підсумками першого півріччя 2017 року, лідером за виробництвом стало підприємство Атем, яке збільшило виробництво з 4,1 до 7,7 млн м², посівши перше місце з часткою 30%. Зростання склало – 89%.

Таблиця 1.1. Виробництво керамічної плитки в Україні у 2006-2016 рр., за виробниками, тис. м²:

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
«Харківський плитковий завод»	9 377	10 226	14 992	13 550	12 496	13 488	13 679	12 686	12 530	12 726	13 366
ТОВ «Атем Груп»	5 525	7 686	9 947	12 412	13 693	16 593	17 748	17 667	14 009	10 164	10 954
«Cersanit Invest»			1 684	6 256	10 614	11 761	11 593	10 719	9 521	9 986	9 504
ПрАТ «Інтеркерама»		642	2 479	3 349	4 933	7 694	8 455	8 571	9 375	8 616	8 313
Інші	6 211	8 998	10 549	8 015	9 104	9 851	9 739	8 875	4 908	3 380	3 228
Разом	21 113	27 552	39 651	43 583	50 841	59 387	61 251	58 517	50 343	44 872	45 365

Група Голден Тайл за обсягом виробництва займає частку 27%. Виробництво за період склало 7,0 млн м² і зросло на 14%. Cersanit збільшив виробництво до 5,0 млн м², зайнявши 20% частки виробництва України. Зростання склало 6%. Інтеркерама виготовило 4,1 млн м², зайнявши 16% виробництва. Слов'янський завод «Зевс» наростив в два рази своє виробництво. Виробництво склало 1,4 млн м².

На розвиток/структуру ринку найбільше впливають постачальники сировини, які здійснюють розробку кар'єрів (добування глини й каолінів), оптові споживачі продукції з метою подвільшої дистрибуції, проектно-дизайнерські організації. Також впливовими гравцями виступають будівельні компанії в якості замовників значних обсягів продукції ринку. Суттєвими представниками глинодобувної промисловості в Україні можна зазначити UMG-Холдинг («Веско», «Дружківське рудоуправління», «Вогнеупорнеруд» і «Донкерампромсировина»), SOKA Ukraine (входить до французької групи SOKA) та інші. Серед оптових споживачів можна зазначити холдинг «Агромат» та великі мережі продажу будівельних виробів (Епіцентр, Нова лінія, Leroy Merlin тощо).

Лідерами виробництва керамічної плитки в Україні є ТОВ «Атем», «Харківський плитковий завод», «Cersanit Invest» та ПрАТ «Інтеркерама», на яких припадає більше 90% від загального обсягу виробленої плитки.

					ХМ3206.1006.001.ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			14

1.2. Оцінка сучасного ринку імпортованої керамічної плитки в Україні

За останні 10 років керамічна галузь пережила кілька технологічних змін. У 2005 з'явилися силіконові барабани для нанесення малюнків на поверхню плитки. Сьогодні індустрія переходить з барабанів на цифрове нанесення з фотографічною якістю зображення високої чіткості на керамічній плитці, що дає можливість повної імітації будь-яких оздоблювальних матеріалів: мармуру, дерева, каменю тощо. Завдяки використанню технології «Continua» (формування плитки методом тривалого пресування без застосування традиційних пресів) з'явилась можливість виготовляти керамічну плитку надвеликих розмірів, товщиною 20 мм і більше, що дає широкі можливості для архітектурного та нестандартного застосування керамічної плитки. Застосування технології «Керамограніт» дало змогу виготовляти плитку високої міцності та морозостійкості, завдяки чому керамограніт широко використовують для опорядження комерційних приміщень та зовні.

У 2000 р. частка імпорту в споживанні плитки керамічної в Україні становила 55% (8,4 млн м²), тоді як 2015 р. цей показник дорівнював 23% (7,5 млн м²). Таку ситуацію на українському ринку плитки спричинили як підвищення обсягів виробництва та покращення якості та дизайну продукції вітчизняних виробників, так і більший ріст цін на імпорتنу продукцію порівняно із продукцією українського виробництва, чому сприяло здешевлення української гривні відносно іноземних валют. В останні роки експорт в 1,5-2 рази перевищує імпорт, тобто в зовнішній торгівлі керамічною плиткою спостерігається позитивне сальдо.

Основними постачальниками імпоротної керамічної плитки в Україну є Польща, Іспанія, Китай, Туреччина та Італія.

У 2016 р., порівняно з 2015 р., обсяги експорту зросли, а імпорту – зменшилися. Імпорт керамічної плитки в Україну в натуральному вираженні у 2016 р. становив 167 709 т, це на 18,1% більше, ніж у 2015 р. Загалом Україна почала експортувати керамічну плитку на зовнішні ринки у 2000 р. З 2001 по

					ХМ3206.1006.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

2015 рр. обсяги експорту керамічної плитки зросли у 347 разів – від 53 тис. м² до 18 386 тис. м² [1].

У регіональному розрізі, в найбільших обсягах у 2014-2016 рр. українську неглазуровану та глазуровану керамічну плитку експортували до регіону СНД, в тому числі – Білорусі, Молдови, Казахстану тощо. Загалом, найбільшою країною- покупцем керамічної плитки українського походження є Російська Федерація. Її частка в загальному обсязі експорту неглазурованої плитки становила 19,95% у 2016 р., глазурованої – 60,1%. Але цей показник нижчий від попереднього року, оскільки обсяги експорту неглазурованої плитки в Росію, за підсумками 2015 р., знизилися більш ніж у 10 разів у грошовому вираженні, а глазурованої – на 4%.

1.3. Огляд існуючих технологій або методів виготовлення керамограніту

1.3.1. Існуючі технології виробництва керамічних плиток і керамограніту, їх переваги і недоліки.

Керамограніт «Gress» - штучний оздоблювальний матеріал. Виробляється методом напівсухого пресування з прес-порошку при тиску 480 кг / см², з подальшим відпалом при температурі 1200-1300 ° С (на нашому виробництві – 1230 ° С). Прес-порошок, в свою чергу, отримують з шлікера, який являє собою ретельно гомогенізовану суміш сировинних компонентів: глини і каоліни, кварцовий пісок, плавні (польові шпати і пегматити), вода, барвники тощо.

Від звичайної облицювальної плитки «GRESS» відрізняється, насамперед, такими параметрами:

- Водостійкість — одна з найсильніших сторін керамограніту. Оскільки основою для виробництва даного продукту є натуральні природні компоненти, на виході отримуємо матеріал, позбавлений пор або повітряних прошарків. Як наслідок, коефіцієнт поглинання рідини у керамограніта варіюється в межах від 0,01 до 0,5 відсотка.

					ХМ3206.1006.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

- **Зносостійкість.** Керамограніт має найкращі показники по зносостійкості серед інших підлогових покриттів — не більше 175 мм³ об'ємних втрат. Для плитки, яка пройшла додаткову обробку (полірування, глазуровка, забарвлення в масі та ін.), ці показники будуть нижчими.

- **Міцність і твердість плитки.** GRESS відрізняється високими параметрами твердості і міцності. Твердість по Моосу має бути не менше 8 (з 10), а межа міцності на вигин не менше 28 МПа

- **Стійкість до стирання.** Плитки повинні бути дуже міцними на стирання. Допускається максимальна втрата 0,18 г/см² поверхні тертя (по кварцевому піску).

- **Стійкість до впливу ультрафіолету.** Керамогранітом можна облицьовувати найрізноманітніші поверхні, в тому числі ті, що яскраво освічені сонцем. Навіть через довгий час покриття не втрачає колір.

- **Пожежна безпека.** Керамогранітна плитка запобігає поширенню пожежі, а також не виділяє небезпечних речовин під дією температур.

- **Володіє стійкістю до дії різних, у тому числі агресивних, хімічних агентів.** За результатами досліджень, тільки плавикова кислота може завдати шкоди керамогранітній поверхні. Дана характеристика значно полегшує процедуру догляду за підлогою.

Якщо говорити про технологічний процес, а саме про послідовність проходження технологічних агрегатів, виробництво керамогранітної плитки потребує в цілому аналогічні апарати й устаткування, що й виробництво звичайних плиток різного призначення

Керамічні плитки різного призначення отримують способами напівсухого і сухого пресування з порошків вологістю 5-7% (основний спосіб), відливанням з шлікера вологістю 30-35% і пластичним формуванням мас вологістю 14-20%. Принципова технологічна послідовність виготовлення керамічних плиток, починаючи з обробки глинистої сировини з добавками, формування виробів,

					ХМ3206.1006.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

сушіння і випалу плиток, і закінчуючи спіканням різного ступеня залежно від призначення виробів і якості глинистої сировини, представлена нижче:

1. Підготовка формувальної маси (грубе і тонке подрібнення, сушіння, перемішування, зволоження, відстоювання)
2. Формування(сухе і напівсухе пресування, пластичне формування, лиття)
3. Теплова обробка(сушка, одно- або дворазовий відпал)

Основні способи переробки глинистої сировини в формувальну масу: напівсухий, сухий, пластичний і шлікерний. Вибір способу визначається властивостями вихідної сировини, видом продукції, що випускається і обсягом виробництва.

У таблиці 1.3.1. наведені порівняльні відомості щодо способів підготовки формувальної маси у виробництві керамічних плиток.

Таблиця 1.3.1. Способи підготовки формувальної маси

Спосіб приг.	Застосування	Зміст	Переваги	Недоліки
Сухий 2-8%	Для глин з високою кар'єрною вологістю	Роздільний, грубий помел компонентів, грануляція, сушка з помолом	Поєднання сушки й тонкого помелу в одному агрегаті	Необхідність грануляції перед сушкою й застосування високого тиску при формуванні
Напів-сухий 8-12%	Для глинистої сировини зниженої пластичності й вологості, що засмічена каменеподібними включеннями	Грубий, а потім тонкий помел підсушеної сировини, відсів крупних часток, введення добавок, зволоження, відлежування	Повне видалення або ретельний помел каменеподібних включень, рівномірний розподіл добавок	Необхідність сушки перед тонким помелом, підвищений знос подрібнюючого обладнання, необхідність застосування високого тиску при формуванні

Продовження таблиці 1.3.1

Шлі- кер- ний 45- 60%	Для глин з камене- подібними включеннями, з високою кар'єрною вологістю при використанні багатокомп. Формув. мас	Грубий помел з видаленням каменеподібних включень, тонкий помел і розпуск глини, проціжування, зневодн., просів, електромагнітна очистка	Повне видалення каменеподібни х включень, забезпечення високого ступеня однорідності маси	Вагома складність і трудоемність способу, висока витрата палива на зневоднення шлікера
---------------------------------------	--	--	---	--

Підготовка глинистої сировини на заводах, що випускають керамічні плити, полягає у видаленні або подрібненні кам'янистих включень і досягненні однорідності й легкоукладальності формувальної маси.

Нижче наведено послідовність підготовки формувальних мас за сухим способом із зазначенням основних технологічних одиниць:

1. Дозування глинистих матеріалів і опіснювачів (ящиковий живильник);
2. Грубе подрібнення (каменевидні вальці);
3. Змішування (змішувач з фільтруючою решіткою);
4. Грануляція (дирчаті вальці, гранулюючий прес);
5. Сушка (протиточний сушильний барабан);
6. Змішування-помел (стрижневий змішувач);
7. Електромагнітне очищення (магнітний сепаратор);
8. Проміжне зберігання (бункер, силос-гомогенізатор).

Тут суміш сировинних компонентів готують до сушки, сушать, подрібнюють до певної товщини і зберігають в силосах. Сухий спосіб підготовки доцільно використовувати за наявності одного або двох видів сировини, близьких за складом і властивостями.

Послідовність підготовки формувальних мас за напівсухим способом із зазначенням основних технологічних одиниць:

1. Дозування глинистих матеріалів (ящиковий живильник);

					ХМ3206.1006.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

2. Подрібнення (дезінтеграторні вальці, стругач, зубчасті вальці, каменевидільні вальці);
3. Сушка(прямоточний сушильний барабан, зниження вологості з 15-25% до 2-13%);
4. Проміжне зберігання (бункер);
5. Дозування (ящиківий живильник, тарільчастий живильник);
6. Тонкий помел (дезінтегратор, бігуни сухого помелу, дірчаті вальці тонкого помелу, гладкі вальці тонкого помелу, молотковий, відцентровий і роторний млин);
7. Просів (сито-бурат, струнне вібраційне сито, гуркіт, повітряний сепаратор);
8. Проміжне зберігання (бункер);
9. Дозування (Тарільчастий живильник, автоматичні ваги);
10. Змішування з добавками, шлікером, гарячою водою, і парою (Двовалковий змішувач, бігуни, бігунковий змішувач, стрижневий змішувач);
11. Вилежування (Силос-гомогенізатор).

За цією схемою змішування підготовленої глини з плавнями(попередньо зволоженої гарячою парою), опіснюючимий іншими добавками проводять в двовальних змішувачах, малопластичних - у швидкохідних бігункових змішувачах, опіснені маси– в бігунах.

Підготовка прес-порошкової маси за шлікерним способом:

1. Дозування глинистих матеріалів, плавнів, опіснювачів й інших добавок (планшетний подавач, тарільчастий живильник);
2. Грубе подрібнення (дезінтеграторні вальці, щокова, молоткова дробарки, стругач, валково – зубчасті вальці) ;
3. Електромагнітне очищення (магнітний сепаратор);
4. Проміжне зберігання (бункер);
5. Тонкий помел і розпуск глини, додавання електролітів, води (кульовий млин, пропелерна мішалка, струменеві і роторні млини);

					ХМ3206.1006.001.ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Проціжування (вібраційне сито, дуговое сито);
7. Проміжне зберігання (шламбасейн з пропелерною мішалкою);
8. Зневоднення шлікера (розпилювальна сушарка);
9. Просів (Сито-БУРАТ);
10. Проміжне зберігання (силос).

З трьох перерахованих вище способів підготовки маси найбільше визнання отримав шлікерний спосіб підготовки маси із подальшим зневодненням в БРС, що дозволяє отримувати однорідний прес-порошок.

Найбільш перспективним способом формування, яке широко застосовується у виробництві керамічних плиток, є пресування прес- порошків, яке може бути сухим або напівсухим. Середня вологість порошку становить 5-7%. Цей спосіб здійснюється на поточно-конвеєрних лініях, які включають цілий комплекс обладнання, кожен агрегат є самостійним вузлом в єдиному технологічному ланцюгу: преси напівсухого пресування, розподільно-розвантажувальні пристрої пресованих напівфабрикатів перед сушінням і випалюванням, щільова конвеєрна сушилка, глазурувальні і декорувальні пристрої, печі швидкісного випалу, установки для сортування та пакування виробів.

Пресування здійснюється при виготовленні облицювальних, фасадних і плиток для підлоги на гідравлічних, колінно-важільних пресах і гідравлічних пресах.

За формуванням йде сушка в протиточних тунельних сушарках, а також в конвеєрних радіаційних, сітчастих і ланцюгових конвеєрах.

Випал керамічних плиток проводять в одно- і двоярусних щілинних печах протягом 17-50 хв.

Для прискорення охолодження плиток до температури нижче 40 °С в кінці печі на ділянці довжиною 4,5 встановлені обдувочні пристрої.

Завершують технологічний процес виготовлення керамічних плиток сортуванням та пакуванням готової продукції.

					ХМ3206.1006.001.ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У виробництві керамогранітних плиток, передбаченого даною магістерською дисертацією, буде використовуватись шлікерний спосіб приготування шихти, оскільки він надає перспективу більш якісної гомогенізації шихти з добавками, ніж при сухій підготовці. Пресування прес-порошку буде проводитись за напівсухим способом, оскільки для керамогранітних плиток важливим показником є низьке водопоглинання ($<0,05\%$ за масою). При сухому пресуванні неможливо досягти такого низького показника водопоглинання готового продукту.

1.3.2. Різноманітність технологічного устаткування у виробництві керамічних плиток і керамограніту. Вибір найбільш оптимального у даному проекті

Етап підготовки шихти на виробництві є ключовим, оскільки саме від якості готової шихти, її хімічного, гранулометричного і гомогенного складу й залежить якість кінцевої продукції. Тому розглянемо власне етап масозаготівлі. При підготовці шихти керамічних виробництв затрачаються величезні об'єми енергії – до 40% енергозатрат виробництва відбувається у масозаготівельному цеху, а саме – в процесі помелу на кульових млинах. Нині на всіх відчизняних виробництвах керамічної плитки й керамограніту застосовуються у переважній більшості кульові млини різних конструкцій, що значно підвищує собівартість виробництва.

Істотний вплив на собівартість має крупність помелу. Так при відносно крупному помелі (дисперсність частинок близько 100мкм) енерговитрати в середньому складають 20-25 кВт * год / т, за більш дрібного помелу, коли необхідно отримати матеріал дисперсністю менш ніж 15мкм, енерговитрати збільшуються до 150 кВт * год / т.

В даному проекті будуть використовуватись виключно агрегати дрібного помелу, оскільки сировина, яка буде поступати на виробництво, буде вже подрібнена до розмірів гранул 0-10 мм.

Існуючі в даний час агрегати подрібнення умовно можна розділити на кілька груп:

					ХМ3206.1006.001.ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Установки розколюючої дії;
- Установки розчавлюючої дії;
- Установки стираючо-розчавлюючої дії;
- Установки ударної дії.

Як вже було сказано, в даний час основним типом агрегатів подрібнення, що застосовуються на вітчизняних підприємствах з виробництва керамічної плитки, є кульові і молоткові млини, а також конусні інерційні дробарки. Кульові млини, безсумнівно, мають ряд позитивних ознак. Але вони мають і істотні недоліки притаманні даному способу подрібнення в цілому. Справа в тому, що подрібнення матеріалу в кульових млинах відбувається в основному методом стирання, а не динамічного (вільного) удару. Так, на подрібнення матеріалу стиранням в кульових млинах витрачається до 80% всієї енергії, що підводиться. У той час як саме динамічний удар є найбільш ефективним способом тонкого помелу матеріалів, що дозволяє знизити встановлену потужність обладнання, збільшити продуктивність, досягти високої якості і однорідності помелу. Спосіб тонкого помелу методом стирання можна визнати оптимальним, так як він завжди пов'язаний з підвищеною витратою високоякісних сталей, що застосовуються як для виготовлення мелючих тіл (куль, бив), так і для захисної футеровки корпусу млина. За відносно невисокої продуктивності встановлена потужність і металоємність кульових і молоткових млинів непропорційно висока. Саме з високою металоємністю й енергозатратами пов'язана і висока вартість даного обладнання. Причому, при високій вартості самого обладнання слід враховувати і наступні витрати на технічне обслуговування агрегатів, пов'язане з інтенсивним зносом і частою заміною робочих тіл, що також негативно позначається на загальній собівартості тонкого помелу матеріалу. У зв'язку з цим агрегати подрібнення застосовуються в основному тільки на великих підприємствах, а собівартість подрібнення матеріалу досить висока.

Звертаючи увагу на вищевказані факти, використання кульових млинів у виробництві керамічних плит й керамограніту не є доцільним. Агрегати

					ХМ3206.1006.001.ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

подрібнення, що працюють за принципом динамічного удару є найбільш енергоефективними, і не тільки. Вони відрізняються: невеликою вагою і габаритними розмірами, відносно малою потужністю, і високою продуктивністю. Завдяки цим особливостям, агрегати подрібнення, що працюють за принципом ударного впливу, набувають більшого поширення в останні роки.

На думку фахівців найбільш перспективним типом агрегатів тонкого помелу є дезінтегратори і дисмембратори. В даному проекті замість кульових млинів буде застосовано саме дезінтегратори тонкого помелу

Дезінтегратор - агрегат, призначений для подрібнення різних матеріалів під дією удару. Конструкція дезінтегратора представляє собою раму, статор з жорстко закріпленими підшипниковими вузлами, і двома розташованими співвісно роторами. На дисках роторів по концентричних колах розташовано кілька рядів круглих циліндричних пальців (бив), таким чином, що кожен ряд одного ротора вільно входить між двома рядами іншого. Диски роторів рухаються назустріч з високою кутовою швидкістю. Біла виготовляються з високоякісних, зносостійких сталей. Сировина подається в центральну частину ротора і, переміщаючись до корпусу, піддається багаторазовим ударам бив, що обертаються у зустрічних напрямках.

Дезінтегратори відрізняються відносно малою встановленою потужністю, високою продуктивністю за низької собівартості самого подрібнення. Порівняємо основні технічні характеристики кульового млина та дезінтегратора аналогічної потужності.

Кульовий млин вагою в 4 000 кг з масою тіл, що мелють 1700 кг і встановленою потужністю 18,5 кВт має продуктивність до 1,5 т на годину, в той час як дезінтегратор вагою 950 кг і встановленої потужності 15 кВт має продуктивність 3 т за годину. Таким чином, дезінтегратор, що важить в 5 разів менше, і має продуктивність в 2 рази вищу, ніж кульові млини, буде застосовуватись у даному проекті.

					ХМ3206.1006.001.ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

У відповідності до статистики, наданої в розділі 1.1. можна прослідкувати, що нині виробництво керамічних плиток й керамограніту активно росте. Також прослідковується тенденція зменшення кількості імпортованої керамічної плитки та керамограніту, і покращення позицій на ринку саме відчизняного продукту.

Українська керамічна плитка і керамограніт, завдяки низькій ціні (в Україні багато родовищ глини, що обумовлює низьку собівартість керамічних виробів) та високій якості, поступово захоплює ринок керамічної плитки сусідніх країн. Зростаючі потреби ринку обумовлюють постійний пошук більш вдосконалених методів виробництва та запровадження інноваційних заходів.

Інноваційна складова даної роботи обумовлюється насамперед шихтою, що використовується. При виробництві даної плитки «GRESS» буде використовуватись оптимізована саме для виробництва керамограніту каолінітова та кварц - польовошпатна шихта підприємства «Шпат», родовища «Гірське» Житомирської області. Завдяки своєму складу, дані види сировини є найбільш оптимальними у виробництві керамограніту, оскільки вони забезпечують високу якість продукції та сталість характеристик.

В тому числі, за умови використання даної шихти на проектованому підприємстві буде скорочено витрати на масозаготівельне обладнання крупнодисперсного помолу, оскільки шихта, яка буде поступати на виробництво, вже буде необхідного фракційного складу 0 – 10мм. Також шихта вже буде необхідного хімічного складу і в проектованому виробництві відпаде потреба перемішування окремих компонентів шихти. Для порівняння, усі відчизняні виробники керамічної плитки, і в тому числі найбільше підприємство ТОВ «АТЕМ ГРУП» закупують всі сировинні компоненти окремо у різних постачальників (пісок, глина, польовий шпат і т.д.), і в подальшому проводять їх крупний і тонкий помел, а потім змішування. До того ж, помел на відчизняних підприємствах проводиться із застосуванням кульових млинів, які

					ХМ3206.1006.001.ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вже давно вичерпали себе. В даному виробництві для помелу (тонкого, крупний відпадає) будуть використовуватись дезінтегратори, що дадуть змогу багатократно скоротити енергоресурсність етапу масозаготівлі, і значно підвищать вихід продукту в кінці масозаготівлі.

У виробництві керамогранітних плиток, передбаченого даною магістерською дисертацією, буде використовуватись шлікерний спосіб приготування шихти, оскільки він надає перспективу більш якісної гомогенізації шихти з добавками, ніж при сухій та напівсухій підготовці.

Для зволоження маси використовується парозволоження, яке набагато ефективніше від зволоження гарячою водою, оскільки пара краще проникає в масу. Пара має меншу в'язкість ніж вода і швидше проникає в глину. Керамічна маса, прогріта паром, більш липка, в результаті чого на 25-30% зменшується опір формуванню та енергоємність формувального процесу. Продуктивність виробничих процесів зростає на 10-15%.

Пресування прес- порошку буде проводитись за напівсухим способом, на пресах двустороннього стиску з підвищеним гідравлічним тиском, оскільки для керамогранітних плиток важливим показником є низьке водопоглинання ($<0,05\%$ за масою). При сухому пресуванні, і використанні низького тиску неможливо досягти такого низького показника водопоглинання готового продукту. До того ж пресування буде двоступінчатим (перший етап 80 кг/см^2 , другий – 480 кг/см^2), що гарантуватиме високі характеристики міцності і твердості.

Випал продукту буде проводитись у роликовій печі продуктивністю 2400000 м^2 плиток у рік, за підвищеної пікової температури – 1230 C° . Для порівняння, випал керамічної стінової плитки проводиться за температури 1050 C° . Висока температура випалу обумовлюється складом вихідної шихти та впливає на покращення експлуатаційних характеристик кінцевого продукту.

					ХМ3206.1006.001.ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Вибір та обґрунтування точки будівництва

Хімічне виробництво кераміки – це багатотоннажне виробництво, його потужності займають велику площу, а вибір точки будівництва ускладнений багатьма факторами.

1. Наближеність до родовищ основної сировини;
2. Наявність добре розвинутої транспортної розв'язки і бажано наявність залізничної гілки;
3. Наближеність до водних ресурсів;
4. Наближеність до населеного пункту для забезпечення робітниками ;
5. Наявність ринку збуту;
6. Ділянка під будівництво не має бути відведена під сільсько-господарські угіддя, не повинна бути рекреаційною зоною, зоною лісового фонду;
7. Підприємство має бути побудовано за межами населеного пункту, на околиці, що знаходиться в протилежній від підвітренної сторони.

Основної сировиною при виробництві керамогранітної плитки «Gress» є глина, каолін, польовий шпат, пісок. І всі конкурентні підприємства, у тому числі найголовніший конкурент – ТОВ «АТЕМ ГРУП» закупають ці компоненти у різних постачальників. Проектом даної магістерської дисертації, щоб не проводити закупку всіх чотирьох компонентів окремо, передбачено використання тільки двох різновидів оптимізованої шихти підприємства «Шпат» родовища «Гірське» Житомирської області. Найкращими для виробництва керамограніту є каолін лужний і кварц – польовошпатна сировина марки ПВ - пегматит для будівельної кераміки Дані види сировини за своїм хімічним, гранулометричним, і мінералогічним складом найкраще підходять для виробництва плитки «GRESS» з покращеними, у порівнянні із звичайною плиткою, характеристиками.

					ХМЗ206.1020.001	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Виходячи із того факту, що для виробництва керамограніту необхідні багатотоннажні поставки сировини, для скорочення транспортних витрат саме виробництво пропонується збудувати в безпосередній близькості до підприємства «Шпат». Тобто, ділянка з виробництва плитки «Gress» буде знаходитись в Житомирській області, Романівському районі, південній околиці с. Мала Токарівка на вулиці Лісовій.

На державній кадастровій карті по сусідству із підприємством «Шпат» є незайнята ділянка площею 5,5га (широта 50.197612°, довгота 27.663718°), яка ідеально підходить за своїм положенням для майбутньої ділянки виробництва.

Дана територія не є відведеною під сільсько-господарські угіддя, не є рекреаційною зоною, зоною лісового фонду. Зі східної сторони ділянки в 160 метрах протікає річка Случ. Південна і західна сторони ділянки оточені автомобільними дорогами, що дозволяє легко організовувати логістичні операції. Південна сторона ділянки межує із північним кордоном підприємства «Шпат». На відстані 1 км на північ від ділянки знаходиться найближчий населений пункт – с. Мала Токарівка. На відстані 1,5 км на північний - захід від ділянки знаходиться місто Першотравенськ.

Персоналом підприємство зможе забезпечитись безпосередньо з міста Первомайськ або села Мала Токарівка.

Роза вітрів для цього місця дозволяє побудувати підприємство з мінімальним нанесенням шкоди здоров'ю жителям на Південному Сході, Північному Сході, Південному Заході, Заході. Адже будівництво у безпосередній близькості до населеного пункту хімічного підприємства не дозволяється, з огляду на велику кількість викидів димових газів..

Житомирська область є індустріально розвинутою областю, яка межує з Рівненською, Хмельницькою, Вінницькою та Київською областями, що дає обширний ринок збуту продукції.

Даний район газифікований, тобто є можливість постачання природного газу від магістрального газопроводу високого тиску. На проєктованому

					ХМ3206.1020.001	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виробництві є свій газорозподільний пункт, що виключає можливий збій постачання у зимовий період.

Виробництво потребує великої кількості води для технологічних процесів. Як вже було вказано, за 160 метрів від території будівництва знаходиться р. Случ. Це відповідає вимозі будувати підприємство не ближче 150 метрів до берегової лінії. Річка є повноводною і проточною, що дозволить здійснювати водозабір і водовідведення.

2.2. Асортимент і вимоги до продукції

Керамогранітна плитка повинна мати велику щільність, великий опір до стирання, низький коефіцієнт водопоглинання і достатньо високу механічну міцність. Завдяки цим властивостям керамогранітні плитки широко застосовують у приміщеннях з підвищеною вологістю, а також у певних виробничих приміщеннях, лабораторіях, підприємствах суспільного харчування.

Можливість надання плиткам різних кольорів дозволяє використовувати їх для декоративного оформлення архітектурних елементів приміщень. Внаслідок високої кислотостійкості такі керамічні плитки можливо застосовувати для настилу підлоги в хімічних цехах.

Проектом магістерської дисертації передбачається випуск плитки «Gress» продуктивністю 2,4 млн м² у рік, розмірами 300x300x7,5мм ($S = 270 \text{ см}^2$), з водопоглинанням не більше 0,5%, маса одного метра квадратного плитки –16,1 кг.

Так як керамогранітні плити відрізняються довговічністю і високими санітарно-гігієнічними якість, до зовнішнього виду, форм і точності розмірів, а також фізико-механічних властивостей пред'являються вимоги стандарту ДСТУ Б.В.2.7-282:2011 [4]:

1. Не менше 95% плиток повинні бути без видимих дефектів, які впливають на зовнішній вигляд облицювальної поверхні;

					ХМЗ206.1020.001	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Розшарування плиток і пухирців на лицьовій поверхні не допускаються;

3. Черепок плиток у зламі повинний бути спечений;

4. Водопоглинання плиток за масою не повинно перевищувати 0,5 %;

5. Для неглазурованого керамограніту на стирання допускається максимальна втрата 0,18 г/см² поверхні тертя (за кварцевим піском). Об'ємні втрати мають становити не більше 175 мм³

6. При товщині плитки 7,5 мм плитка має витримувати не менше 1000 Н руйнівного навантаження;

7. Кислотостійкість черепка плитки, що має водопоглинання менше 0,5 %, звичайно знаходиться у межах 97- 98 %;

8. Межа міцності при вигині не менше 28 МПа;

9. Морозостійкість плиток не менше 100 циклів;

10. Твердість по Моосу не менше 8.

За формою плитки підрозділяють на квадратні, прямокутні і фігурні. Бічні грані плиток можуть бути без завалу або із завалом. Радіуси завалу плиток установлює виробник. Величина радіуса завалу не є бракувальною ознакою. Тип, форма і розміри плиток і фасонних деталей повинні відповідати прийнятим розмірам. За узгодженням виробника зі споживачем допускається виготовлення плиток і фасонних деталей інших розмірів і форми.

Допустимі відхилення розмірів керамогранітних плиток ($S = 270 \text{ см}^2$)[4]:

- Відхил середньої довжини грані кожної плитки (дві або чотири грані) від технологічного розміру має бути у межах $\pm 0,75\%$ (W).
- Відхил середньої довжини грані кожної плитки (дві або чотири грані) від середньої довжини граней 10 зразків (20 або 40 граней): $\pm 0,5\%$.
- Відхил середньої товщини грані від технологічного розміру: $\pm 5\%$.
- Максимальний відхил прямолінійності граней від технологічного розміру: $\pm 0,5\%$.

					ХМЗ206.1020.001	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Максимальний відхил прямокутності щодо відповідного технологічного розміру: $\pm 0,6\%$.
- Опуклість/угнутість по центру відносно діагоналі, розрахованої за технологічним розміром: $\pm 0,5\%$.
- Опуклість/угнутість по центру відносно відповідного технологічного розміру: $\pm 0,5\%$.
- Перекіс відносно діагоналі, розрахованої за технологічним розміром: $\pm 0,5\%$.

Умовна позначка плиток у технічній документації при замовленні повинна складатися із вказівки їхнього типу, кольору і позначення дійсного стандарту.

2.3. Характеристика сировини, допоміжних матеріалів, енергетичних носіїв

Сировина, яка використовується у виробництві керамогранітної плитки «GRESS», підрозділяється на основну і допоміжну.

Основними видами сировини при виробництві керамограніту будуть оптимізовані каолін лужний та кварц – польовошпатові сировини підприємства «Шпат», родовища «Гірське», яке знаходиться по сусідству. Вибір даної сировини обґрунтований тим, що вона ідеально підходить для виробництва нашого продукту за хімічним, гранулометричним, та мінералогічним складом, також тепло – технічні характеристики даної шихти забезпечують сталість таких високих експлуатаційних характеристик кінцевого продукту, як водопоглинання ($< 0,5\%$), зносостійкість (175 мм^3), міцність ($> 28 \text{ МПа}$), твердість (> 8 по Моосу), морозостійкість (> 100 циклів) та інертність до агресивних хімічних агентів. Шихта, яка буде поступати на виробництво, вже буде необхідного хімічного і фракційного складу ($0-10 \text{ мм}$) і в проектованому виробництві відпаде потреба додаткового перемішування/подрібнення окремих компонентів шихти.

Таким чином, потреби нашого виробництва будуть обмежуватись шляхом оптового замовлення лише двох різновидів сировини - каоліну лужного та кварц – польовошпатової сировини підприємства «Шпат», у той час як

					ХМЗ206.1020.001	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

конкурентні підприємства, в тому числі головне конкурентне підприємство ТОВ «АТЕМ ГРУП», закупають по 4 основних компоненти шихти (пісок кварцовий для скляної промисловості, шихта із глин Веселовського й Андріївського родовища, каолін збагачений для виробництва паперу й картону, польовий шпат для тонкої кераміки) окремо із різних родовищ, тим самим затрачаючи більше економічних і логістичних ресурсів.

До того ж, помел на відчизняних підприємствах проводиться із застосуванням кульових млинів, які вже давно вичерпали себе. В даному виробництві для помелу (тонкого, крупний відпадає) і оптимізації складу вихідної шихти будуть використовуватись дезінтегратори що дадуть змогу багатократно скоротити енергоресурсність етапу масозаготівлі, і значно підвищать вихід продукту в кінці масозаготівлі.

Хімічний склад каоліну лужного характеризується низьким вмістом основних дефектоутворюючих компонентів - оксиду заліза і оксиду титану. Також характеризується сприятливими за складом показниками окислів - алюмінію кальцію, магнію.

Каолін лужний, вироблений на підприємстві «Шпат», містить такі основні компоненти керамічних мас - каолініт 25-30%, польовий шпат (мікроклін) 35-40%, пісок кварцовий. Сировина характеризується високим вмістом оксиду калію, що є плавнем, і має широкий температурний інтервал плавлення, що дозволяє витримувати температурний режим плавлення, збільшує швидкість випалу. Підвищений вміст оксиду калію знижує усадочну деформацію при відпалі. Склад сировини має співвідношення оксиду калію до оксиду натрію K_2O / Na_2O від 5/1 до 20/1 [9].

В складі пегматиту родовища «Гірський» домінує калієвий польовий шпат. Пегматитами вважаються породи, що представляють собою єдині кристали калієвого польового шпату і кварцу, кварцу міститься в середньому 30% і більше. Так як кварц входить до складу мас тонкої кераміки, то пегматити повністю здатні замінити чистий польовий шпат. Польові шпати є мінералами пластинчастої будови. Колір польового шпату змінюється від

					ХМЗ206.1020.001	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

рожевого до червоного. Крім польового шпату і кварцу пегматити містять також окис заліза, мусковіт, біотит і як продукт вивітрювання каолін. Пегматити утворилися на великій глибині в умовах високих температур і відрізняються крупнокристалічною структурою, а також наявністю летких компонентів (F, Cl, B і ін.). Пегматити є найбільш перспективними заміниками польового шпату, запаси якого порівняно обмежені, оскільки мова йде про високоякісну сировину. Температура плавлення починається від 1200 ° С. Якісний польовий шпат, плавлячись при $t = 1250-1300$ ° С повинен мати прозоре або молочно-біле скло. Внаслідок цього калієві пегматити широко застосовуються у виробництві облицювальної плитки, керамограніту і ін.

Таблиця 2.3.1. - Якісні характеристики каоліну лужного (53% від маси сумарної кількості вихідної шихти)

Компоненти,	Показники, %											
Al ₂ O ₃	>14	<0,8	<0,4	<3	<0,2	>0,4	<74,5	<0,4	<0,8	<1,5	<12	>4
Fe ₂ O ₃												
TiO ₂												
K ₂ O												
Na ₂ O												
K ₂ O+Na ₂ O												
SiO ₂												
MgO												
CaO												
CaO+MgO												
H ₂ O												
ППП												

Таблиця 2.3.2. - Якісні характеристики кварц-польовошпатової сировини марки ПБ родовища «Гірський» (47% від маси сумарної кількості вихідної шихти)

Хімічний склад						Фракційний склад
SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	K ₂ O+Na ₂ O	Доля води	Втрати при прокалюванні	0 – 10 мм
<75%	1,4%	4%	>7%	<8%	<0,65%	

Таблиця 2.3.3. – Зведені якісні характеристики каоліну лужного та кварц-польовошпатової сировини марки ПБ родовища «Гірський»

Компонент	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	ВПП	Сума
Вміст, %	58,45	26,86	0,53	0,51	0,92	0,33	5,93	1,01	5,46	100

Каолін лужний та кварц – польовошпатова сировина включають в себе безліч мінералів різних характеристик. Подетальний огляд хімічного складу

кожної мінералогічної одиниці надано в пункті 2.5. Матеріальний баланс виробництва.

Пластичними матеріалами є різноманітні глини, у тому числі й пластифікуючі добавки – бентоніти. Непластичні матеріали залежно від характеру дії діляться на опіснюючі (шамот, одержаний шляхом випалу глин і каолінів, бій випалених виробів, кварцовий пісок та ін.) і плавні (польовий шпат або його замітники, пегматити, тальк, доломіт, крейда й ін). Плавні в сирій масі діють як опіснюючі добавки.

У виробництві керамічної плитки широко використовуються каоліни й тугоплавкі глини, що містять переважно мінерали каолінітової групи $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ (Al_2O_3 39,5; SiO_2 46,54; H_2O 13,96% за масою).

Каолін – глиниста порода, що складається з каолініту, а також мінералів каолінової групи - панкриту, дікіту й галуазиту, а також незначних кількостей домішок інших мінералів. Каоліни мають яскраво виражену кристалічну будову.

Глини відрізняються від каолінів більшою різноманітністю мінералогічного й хімічного складу, властивостями.

Властивості глинистих мінералів визначаються їх мінералогічним, гранулометричним та хімічним складом. Склад глинистих матеріалів впливає на технологічні властивості сировини – пластичність, в'язкість і температуру, інтервал спікання та ін., і значною мірою визначає область можливого використання сировини.

Мінералогічний склад характеризується наявністю в глинистій сировині каолініту, монтморилоніту, гідрослюди і рідше інших мінералів. Залежно від мінералогічного складу глин їх ділять на полімінеральні й мономінеральні.

Мінералогічний склад глин впливає на формувальні властивості, поведінку при випалі й ін. Хімічний склад глинистих мінералів коливається в широких межах. Глини завжди містять Si, Al_2O_3 і воду, а також деяку кількість домішок у вигляді з'єднань Fe, Ca, Mg, Ti, K, Na. Як правило, у глинах і каолінах присутні органічні домішки.

					ХМЗ206.1020.001	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вплив кожної складової хімічного складу глинистих матеріалів визначається не тільки кількісно, а, головним чином, видом мінералу та фізичним станом цієї складової.

Підвищений вміст SiO_2 (до 90% і більше) свідчить про записоченість сировини, що негативно відображається на зв'язуючих властивостях глин, а також знижується міцність у висушеному й випаленому стані.

Високий відсоток вмісту Al_2O_3 зумовлює вогнетривкість глин, а низький – при наявності великої кількості K_2O і Na_2O – вказує на їх легкоплавкість.

При наявності більше 5% лугів, що входять до складу глин у вигляді сірчано-кислих або вуглекислих солей, погіршується формувальна здатність глин, підвищується їх сипкість, знижується вогнетривкість, на поверхні виробів можливе утворення білого нальоту.

Наявність Fe знижує вогнетривкість глин, надає забарвлення, а також може бути причиною утворення на поверхні виробу здуття і чорних крапок (мушок).

Шкідливою домішкою, що знижує вогнетривкість глин, зменшує інтервал спікання та збільшує усадку, підвищує пористість випалених виробів, знижує міцність і морозостійкість виробів, є солі лужноземельних металів (1-2,5%) у вигляді карбонатів або сульфатів (гіпс).

Велике значення має гранулометричний склад глин і каолінів, що впливає на їхні технологічні властивості – пластичність, міцність, температуру спікання й ін. Найважливіші властивості глинистих матеріалів проявляються після затворення їх водою або при впливі температури. Водозатворення, пластичність, усадка, міцність і реакційна здатність при випалі тим вище, чим більше вміст тонкодисперсної фракції в глинистих матеріалах.

Пластичність – здатність тістоподібної керамічної маси приймати під впливом зовнішніх зусиль будь-яку форму без розривів і тріщин, і зберігати її після завершення зовнішнього впливу. На пластичність впливає природа матеріалу і кількісне співвідношення їх у масі, величина часток та їхня форма, особливості поверхні часток, іонообмінна здатність, кількість води й

					ХМЗ206.1020.001	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розчиненої в ній речовини, величина поверхні, що взаємодіє з водою. За необхідності підвищення пластичності в масу вводять пластифікуючі добавки, піддають дії вакууму, витримують.

Іонообмінна здатність – вид і кількість адсорбуючих катіонів - впливає на систему глина-вода.

Сполучна здатність глинистих матеріалів проявляється в тому, що вони в масах зв'язують значну кількість опіснюючих матеріалів, забезпечуючи при цьому достатню міцність висушеного напівфабрикату.

Гігроскопічність – здатність глин і каолінів поглинати вологу з повітря. Вона тим вище, чим більше глини містять тонких фракцій. Висока гігроскопічність висушеного напівфабрикату ускладнює випал виробів.

Повітряна усадка – здатність свіжовідформованого напівфабрикату зменшувати лінійні розміри після видалення з нього вологи при сушінні. Вона залежить від природи глин, каолінів, їхньої дисперсності, розміру й форми часток, кількості води затворення.

Плавні в керамічних масах використовуються як, опіснюючі добавки. При випалі вони сприяють утворенню легкоплавкої фази, знижують температуру випалу виробів, підвищують міцність черепка. Як плавні використовують польовий шпат, пегматит, перліт, крейду, доломіт, тальк. Вплив плавнів у масі неоднаковий. Польовий шпат, пегматити, нефеліновий сієніт утворюють розплав за рахунок власного переходу. Крейда, доломіт і тальк утворюють розплав при взаємодії із глинистими речовинами, кварцом та іншими компонентами маси.

Польові шпати становлять більшу групу алюмосилікатів K, Na, Ca і рідше Ba, широко представлену в земній корі мінералами – ортоклазом $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$, альбітом $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$, анортитом $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$.

У чистому виді вони зустрічаються рідко.

Пегматити – польові шпати, що поросли кварцом. Вони широко використовуються в керамічних масах як замітник польових шпатів. Вміст кварцу в пегматиті коливається від 30 до 35%, польового шпату від 65 до 75%.

					ХМЗ206.1020.001	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Температура плавлення пегматитів 1230-1300⁰С. Пегматити мають непостійний склад, як по розмірах зерна, так і по вмісту кварцу, мікрокліна, плагіоклазу.

Крейда, мармур, доломіт широко застосовуються для приготування поливи і рідше в якості добавки.

Для регулювання технологічних властивостей формувальної маси та властивостей шлікера, а також для одержання виробів із заданими властивостями у виробництві використовують описнюючі матеріали – жильний мелений кварц, кварцовий пісок, кварцові відходи, відходи збагачення каолінів, шамот.

Описнюючі матеріали беруть активну участь у зміні не тільки властивостей маси, але й у формуванні структури черепка виробів, впливаючи на їх фізико-хімічні властивості.

Кварцовий пісок – сипуча порода, що складається із дрібних уламків і зерен різного розміру. По мінералогічному складу піски в основному представлені кварцом з домішкою різних мінералів – слюди, глини, польових шпатів й ін.

Жильний кварц використовують для приготування глазурей.

Шамот одержують шляхом випалу каоліну, вогнетривкої глини з наступним здрібнюванням, а також у результаті помелу відходів виробництва – бою виробів після першого й другого випалу. Розрізняють шамот спечений і низькоспечений. Звичайно використовують спечений шамот.

Основною сировиною у виробництві керамогранітних плиток «Gress» є глини. Із всіх видів глин саме каолініто-гідрослюдисті є найбільш підходящими для виробництва, і чим більше в них гідрослюди й менше кварцу, тим вище якість глин. Мінералогічний склад і ступінь дисперсності забезпечують якість глин для виробництва плиток. Вміст Al_2O_3 у глині повинний бути не менш 22%, кількість вільного кварцу в межах 45-65%, не повинно бути домішок розкривних порід, число пластичності 12-15.

					ХМЗ206.1020.001	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для регулювання технологічних властивостей в склад маси вводять додаткові матеріали - опіснюючі і плавні, а для отримання кольорових плиток - барвники.

Фарби керамічні - кольори, відтінок і блиск повинні відповідати еталону, вологість порошку не більше 0.2%, залишок на ситі №0056 не більше 0.1%.

Оксид цинку - порошок білого або злегка жовтуватого кольору.

Натрію триполіфосфат– порошок білого кольору без грудок розміром більше 20мм. Реагент лужновугільний порошкоподібний, вологість повинна бути не більше 32%. Масова частка натрію 16%.

Червоний шлам - відходи переробки бокситів на глинозем. Його планується використовувати в якості барвника, він надає виробам червоно-коричневого кольору .

Для регулювання шлікерних властивостей маси використовуються електроліти: рідке скло і сода кальцинована. Вони використовуються для зниження вологості і отримання оптимальної текучості шлікера [5].

2.4. Обґрунтування вибору технологічної схеми, способу виробництва

За останні десятиліття виробництво будівельних матеріалів значно розширилось, як на базі традиційної сировини, так і з використанням промислових відходів. Зараз піднімається питання про можливість застосування місцевої сировини, матеріалів попутного видобутку. Ці обставини, поряд із збільшенням випуску продукції, підвищенням якості і економії електроенергетичних і енергетичних ресурсів, вносять істотні зміни в розробку нових проектів підприємств по випуску плитки «Gress».

В проектованому цеху плитку роблять на поточно-конвеєрній лінії фірми «SACMI», продуктивністю 2400000 м² у рік.

Формування плитки здійснюється методом напівсухого пресування виробів із прес-порошку вологістю 5%, що забезпечує економію енергії в процесі сушіння.

					ХМЗ206.1020.001	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Випал плиток проводиться в роликовій печі фірми «SACMI». Тривалість випалу 50 хв. Максимальна температура випалу 1230°C.

Технологічна схема забезпечує комплексне використання сировинних матеріалів, здійснюється економія палива і енерговитрат за рахунок застосування енергозберігаючих пічних агрегатів. За рахунок впровадження аспіраційної системи очищення над бункерами пресів, у цеху поліпшені умови роботи обслуговуючого персоналу.

Приготування прес-порошку буде здійснюватись шлікерним методом. Цей спосіб забезпечує найбільш високий ступінь перемішування компонентів при багатоконпонентній шихті і найбільшу однорідність маси, як по властивостям так і по кольору; цей спосіб найбільш надійний для виготовлення кольорових плиток, а також при використанні глин непостійного складу, які усереднюються у процесі підготовки прес-порошку.

Зневоднення в розпилювальних сушарках не тільки створює умови для комплексної механізації і автоматизації процесу підготовки маси, але й дозволяє одержувати прес-порошок, що відрізняється від фільт-пресованого рядом технологічних переваг. Порошок, одержаний у розпилювальній сушарці, є практично монофракційним. У сполученні з обкатаною формою гранул це надає йому гарну сипкість. Кут природного укосу становить 20-25°, тоді як у фільтр-пресованого порошку кут укосу 27-35°, завдяки цьому порошок з розпилювальної сушарки менше розшаровується при транспортуванні, майже не зависає в бункерах, рівномірно заповнює прес-форми і пресується, менше схильний до захвату повітря і до розшаровування, при його застосуванні одержують більш гладку поверхню плиток.

2.4.1. Контроль якості, транспортування, прийом і зберігання сировини та матеріалів.

Сировинні матеріали доставляються до ділянки складування залізничним і автомобільним транспортом.

					ХМ3206.1020.001	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вхідний контроль сировини здійснюється відділом технічного контролю. Параметри контролю, вид і періодичність контролю, обсяг вибірки проб визначаються встановленою процедурою. Прийняту сировину й матеріали зберігають на складах або на відкритих площадках з бетонними підлогами й міцними перегородками, відповідно до встановлених норм, конкретно для даного виду сировини й матеріалів, роздільно за видами і марками. Матеріали, що надходять заповані, повинні зберігатися в закритих складських приміщеннях окремо за видами і марками. Транспортування й зберігання сировинних матеріалів здійснюється відповідно до технологічної інструкції по транспортуванню й зберіганню сировинних матеріалів. Не прийнята при вхідному контролі сировина маркується «брак» і направляється й вивантажується на спеціально відведені площадки.

Розвантаження сировинних матеріалів відбувається відповідно до технологічної інструкції по розвантаженню сировини й матеріалів. Залізнична лінія після кожного розвантаження повинна ретельно очищатися. На складі повинен підтримуватися основний запас сировини не менш ніж на 14 днів роботи.

2.4.2. Приготування шлікеру.

Глина з відсіків глиноскловища подається грейферним краном у бункер, звідки за допомогою ящикового живильника надходить у дезінтегратор для помелу глини.

Розпуск глини проводиться у басейн з пропелерною мішалкою. Під час розпуску глини передбачене дозування електrolітів об'ємним методом. Для розпуску глини передбачено використання води міської мережі.

Параметри глинистої суспензії: вологість 40%; залишок на ситі №0063 не більше 5%.

Передбачено сумісний спосіб готування маси.

Помел здійснюється уралітовими помельними тілами. Час помелу 8 годин. Матеріал, що надходить у млин, подрібнюється мелючими тілами і переміщується від завантажувального отвору до розвантажувального під

					ХМ3206.1020.001	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тиском матеріалу, що безупинно надходить до агрегату. Параметри шлікеру: вологість 35%; залишок наситі №0063 4-8%. Злив подрібненого шлікеру проводиться в басейни із пропелерними мішалками, через пересувне вібросито-деферезатор. Перемішування компонентів у басейні здійснюється протягом 15-20 хвилин до одержання однорідного шлікеру.

Технологічна схема виробництва керамогранітної плитки «Gress» представлена на Рис. 2.4.1.

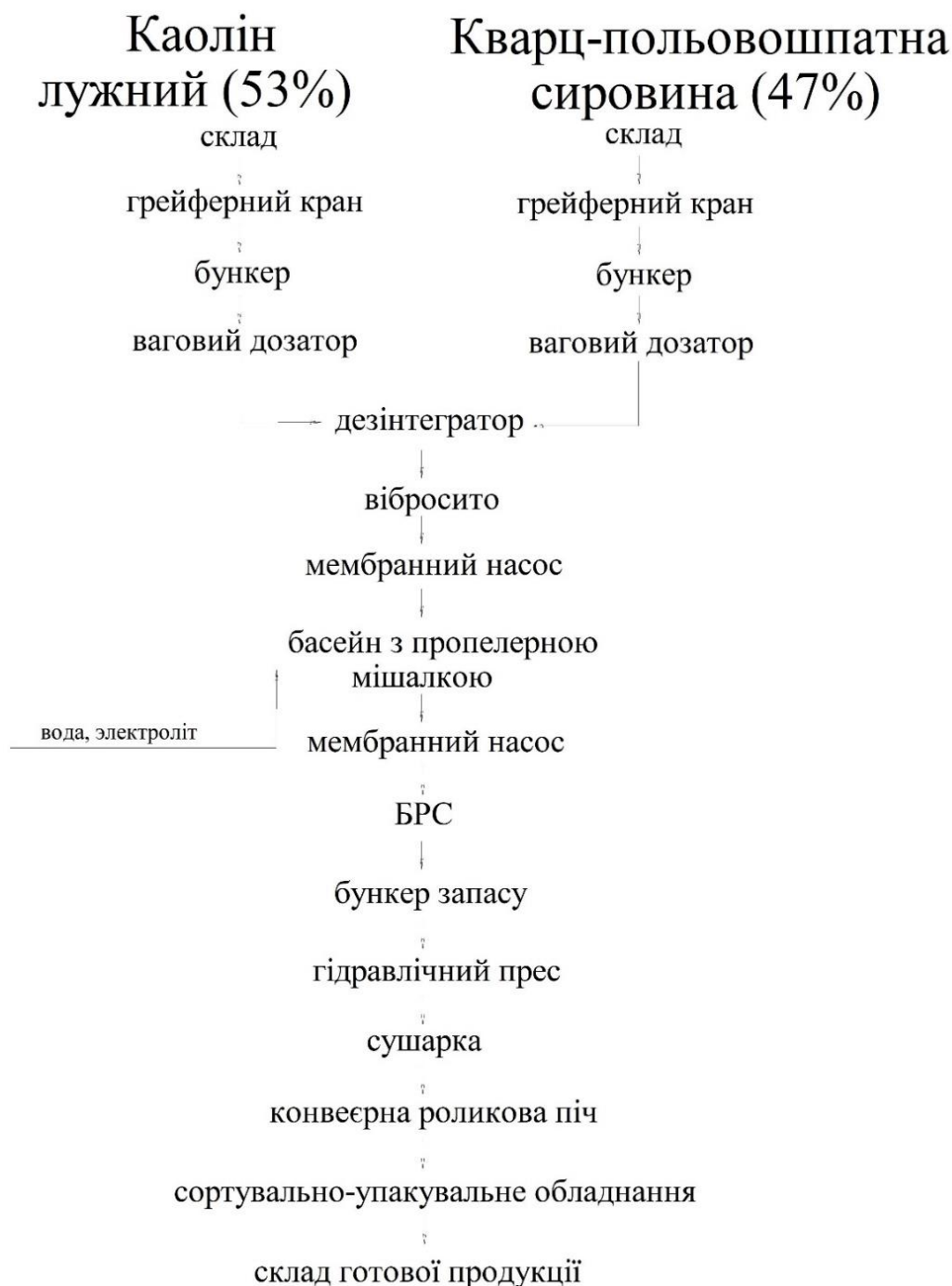


Рис. 2.4.1. - Технологічна схема виробництва плитки «Gress».

					ХМЗ206.1020.001	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4.3. Приготування прес-порошку.

Для сушіння шлікеру використовують башто-розпилюючу сушарку. У ній об'єднані всі процеси: зневоднювання, гранулоутворення і просіювання. Шлікер, що подається в башто-розпилюючу сушарку, розпорошується, взаємодіє з теплоносієм і за кілька секунд висушується до заданої вологості. Отриманий порошок має гарні пресувальні якості, має стабільний гранулометричний склад і рівномірну вологість. При цьому зменшується такий дефект пресування, як шаруватість.

Таблиця 2.4.3.1. - Технологічні параметри режиму зневоднення шлікера

БРС	Температурний режим	Гідравлічний режим
Верх	550 - 650°C	0 – 0,5кгс/м ²
Середина	300 -350°C	1 – 2 кгс/м ²
Низ	100 - 150°C	15 - 20 кгс/м ²

Як теплоносії використовують продукти згоряння природного газу, які надходять у сушильну камеру від пальників.

Прес-порошок з вологістю 6% надходить у бункери запасу прес-порошку, де прес-порошок вилежується не менше 8 годин. В протилежному випадку ускладнюється процес пресування – з'являються зриви на лицьовій поверхні.

Гранулометричний склад прес-порошку:

Сито 500μ - 30-35%

Сито 315μ - 40-45%

Сито 100μ - 20-25%

пил - 0,5-1%.

Параметри технологічного процесу отримання прес-порошку у БРС:

- Вологість шлікеру до: 35%
- Температура в БРС: 550 - 650°C;
- Кількість природного газу, що подається до пальника: 25 м³/год;
- Кількість повітря, що подається для горіння: 250 м³/год;

					ХМЗ206.1020.001	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Тиск в насосах: 25 атм;
- Вологість преспорошку при виході із БРС: 6%.
- Густина прес-порошку: 1150 кг/м.³

З бункера запасу прес-порошок подається на сито для просіювання й відбору злиплих часток. Просіяний прес-порошок стрічковим транспортером подається в прийомний бункер преса.

2.4.4. Пресування плитки. Процеси при пресуванні.

Пресування плитки відбувається на пресах фірми Sacmi PH 7500. Пресування двобічне, двоступінчасте (перший етап 80 кг/см², другий – 480 кг/см²), що гарантуватиме високі характеристики міцності і твердості.

. Перед початком пресування регулюються всі механізми та проводиться наладка преса. Зазори між верхнім пуансоном і стінками матриці повинні бути не більше 0,05-0,07мм. Зазор між площинами каретки та прес-форми – не більше 0,5мм. Верхній і нижній пуансон повинні бути рівномірно підігріті до 50-60°C.

Відпресовані плитки повинні мати правильну геометричну форму, чіткі грані та кути, не повинні мати нерівностей, тріщин, зазубрин, щербин на краях лицьової сторони. На монтажній стороні плитка повинна мати чітку рифлену поверхню або випуклості висотою не менш 0,3мм.

Розміри відпресованих плиток, мм:

- довжина - $300 \pm 0,3$;
- ширина - $300 \pm 0,3$;
- товщина – $7,5 \pm 0,2$.

При пресуванні важливе значення має ступінь дисперсності часток, зерновий склад, форма зерна, а також будова порошку. Дисперсність являє собою ступінь подрібнення речовини. Залежність сумарної маси часток від їхнього розміру називають гранулометричним складом. У міру вираження його різними способами загальна функція описує розподіли часток по розмірах.

					ХМЗ206.1020.001	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Характеризується також дисперсність питомої поверхні, як відношення сумарної поверхні часток до маси у кв. сантиметрі або метрі на грам речовини.

За формою розрізняють кубічні, кулясті, ізометричні та не ізометричні частки при гладкій або шорсткуватій поверхні зерен. Ізометрія надає зернам гарну сипкість, а також більшу щільність вільного укладання.

Важливою характеристикою гранул вважається внутрішня пористість, що залежить від складу часток, вологості, умов розпилення і сушіння.

Підвищення щільності гранульованих порошків залежно від щільності самих гранул або їх оптимальних розмірів, сприяє підвищенню щільності пресування, усуває переорієнтацію часток і нерівномірність усадки.

Від зернового складу залежить сипкість, щільність, рівномірність засипання, тиск повітря при пресуванні. Первісні розміри часток, їх співвідношення визначають кількість зв'язуючих часток, оптимальну щільність при пресуванні.

Важливою характеристикою є також аутогезія порошків, тобто зв'язок між частками, що перешкоджає їхньому роз'єднанню і спричиняє агрегування і зчеплення. Сипкі матеріали характеризуються рухливістю часток і здатністю переміщатися під впливом зовнішніх сил. Це визначає сипкість як одну з реологічних властивостей на додаток до границі текучості - опору зрушення.

Щільність порошків визначається характером контактів між частками та характеризується їх числом на одиницю площі перетину матеріалу, а також міцність контактів між частками, а число контактів визначається розміром часток і щільністю їх упакування.

У класичному поданні щільне упакування характерне тим, що дрібні зерна укладаються в проміжки між великими частками, не розсовуючи їх.

Теоретично й експериментально показано, що тільки підбором різних фракцій з більшим інтервалом по розмірах зерен та із застосуванням віброущільнення можна одержати величину щільності упакування до 0,95 від теоретичної.

					ХМЗ206.1020.001	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Максимальне зменшення пустотності досягається двома технологічними прийомами:

1. Укладання часток безперервним заповненням обсягу при їх розмірах від установленної верхньої границі до мінімальних, близьких до нуля значень.
2. Періодичне укладання, при якому використовуються зерна певних фракцій при відсутності проміжних часток.

Напівсухе пресування характеризується певними фізичними процесами і визначається факторами, що впливають на щільність пресування напівфабрикату.

При пресуванні варто враховувати сукупність процесів, що впливають на ущільнення, у яких бере участь тверда, рідка і газова фаза.

Ущільнення зазначених фаз взаємозалежні, при цьому фазовий і зерновий склад маси, будова часток і характер всіх фаз істотно впливає на переміщення окремих часток і гранул, переміщення рідини в порах ущільненої фази.

Стискання і видалення повітря з пор. Необхідно враховувати пружне розширення пресування у формі після її виштовхування при знятті тиску пресування.

На початку стискання частки зміщуються в напрямку зусилля, що пресуються із заповненням щодо великих пор, при цьому спостерігається наростання щільності при невеликому збільшенні поверхні контактів, а також упорядковане розташування часток зі збільшенням їхнього координаційного числа.

При певній величині ущільнення подальше стискання супроводжується деформацією структурних елементів. При цьому можливі як пластичні деформації, так і руйнування.

Рідка фаза або волога розподіляється, насамперед, на поверхні часток, а також у більших капілярах і порах системи. Може спостерігатися також нерівномірність розподілу рідини, наявність неоднорідних ділянок маси.

					ХМЗ206.1020.001	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У процесі стискування рідка фаза проявляє пластифікуючу дію, полегшуючи ковзання часток і поступове ущільнення. Але може відбуватися видавлювання рідини з капілярів між частками в більші пори. Хоча це і є необхідною умовою зближення часток і ущільнення, це може викликати після зняття тиску особливий вид пружного розширення пресованої маси внаслідок розклинюючого ефекту рідини під дією сил поверхневого натягу і її переміщення назад у тонкі капіляри. Тиск, що відповідає критичному, знаходять експериментально. При підвищенні тиску понад критичного значення відбувається видавлювання, а це приводить до перепадів вологості, до нерівномірного ущільнення, до прилипання виробу до форми з утворенням дефектів поверхні. Повітря яке знаходилося в засипці під час пресування частково витісняється із неї, можливий стиск не витиснутого повітря в порах, перерозподіл в обсязі маси, поглинання в тимчасовому технологічному зв'язуванні. Швидкість витіснення повітря залежить від підвищення тиску в порах, від обсягу і форми напівфабрикату, будови порошку і зернового складу. У загальному випадку, на щільність напівфабрикату впливають тиск формування і тривалість процесу, а також пружне розширення пресовок після зняття тиску і випресовування з форми. Вплив часу пресування вивчено недостатньо, але вважають, що зі збільшенням тривалості процесу й витримки збільшується деформація структурних елементів, а також релаксація напруг. До досягнення межі критичного тиску перепади щільності незначно залежать від тиску пресування.

Відпресовані плитки очищаються механічними щітками й подаються на наступний технологічний етап. Відпресована плитка надходить у сушарку, де відбувається її сушіння.

2.4.5. Сушіння плитки.

Відпресована плитка за допомогою приймально-розподільного пристрою розкладається в потоки перед подачею у вертикальну сушарку.

Параметри процесу сушіння у вертикальній сушарці:

- Максимальна температура сушіння становить 290°C.

					ХМЗ206.1020.001	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Тривалість сушіння 40 хвилин.
- Вологість плиток після виходу із сушила - не більше 0,5%.

Корпус сушарки складається з металевих секцій з теплоізоляцією, оснащених рециркуляційним вентилятором, автоматичним пальником, системою трубопроводів і термопар для контролю температури повітря, що подається.

Для нагрівання повітря використовуються газові блокові пальники. Блок пальника змонтований у корпусі, де встановлені вентилятори й електродвигун, повітряна заслінка з ручною настройкою, вогнева частина, блок керування із кнопкою блокування, реле тиску повітря. Контроль факела здійснює датчик іонізації. Регулювання температурного режиму сушіння здійснюється за допомогою пальників шляхом зміни витрати газу, що подається на горіння. Тиск газу, що подається на горіння - 0,02-0,04 МПа (0,2-0,4 кгс/см²).

Щит контролю й управління сушарки забезпечує регулювання всіх параметрів сушіння.

Технічне обслуговування включає всі операції, які забезпечують нормальні робочі умови й оптимальну ефективність виробничого та контрольного встаткування.

Головні операції:

- контроль натяжки ременів приводу;
- контроль з'єднання між валами приводу;
- контроль цілісності пружин у буссолі ролика;
- контроль зношування конусних шестерень;
- змащення підшипників вентиляторів;
- контроль герметичності ізоляції.

Висушені плитки системою транспортерів подаються на випал у роликову піч.

2.4.6. Випал плитки.

Випал - це процес, за допомогою якого плитка, здобуває механічні властивості, що роблять її придатною для використання, а також властивості

					ХМЗ206.1020.001	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

хімічної інертності. Такі характеристики є наслідком хімічних реакцій і фізичних змін, які відбуваються, як у самій плитці.

Цикл випалу керамічних виробів складається з періодів нагрівання, витримки в області максимальних температур та охолодження.

Період нагрівання є досить складною стадією випалу. Основне завдання полягає в тому, щоб нагріти виріб до необхідної максимальної температури, уникнувши при цьому його руйнування (ушкодження). небезпека руйнування виробів викликається в основному об'ємними змінами при нагріванні і у ряді випадків інтенсивними процесами масообміну.

Швидкість підвищення температури на окремих інтервалах періоду нагрівання може лімітуватися наступними процесами та факторами:

- видалення залишків води, що збереглася в сирці після сушіння, не пов'язане з об'ємними змінами, але при великій швидкості нагрівання воно приводить до збільшення тиску пари у внутрішніх областях випалюваного тіла, що може привести до руйнування виробу;
- виділення хімічно зв'язаної води та інших летучих продуктів розкладання сировинних компонентів;
- механічні напруги, що виникають у об'єкті нагрівання, внаслідок його термічного розширення, безпосередньо залежать від швидкості підвищення температури.

Кінцева температура випалу і тривалість витримки обумовлюється комплексом вимог до властивостей виробу. Швидкість процесів спікання у випалі сильно зростає з температурою. Головна вимога до витримки полягає саме в досягненні певного ступеня спікання і завершенні хімічних реакцій або фазових перетворень.

Період охолодження не супроводжується істотними фізико-хімічними процесами, якщо не вважати нормального термічного стиску.

Фактична тривалість випалу виробів у промислових печах майже завжди набагато перевищує мінімальну тривалість, необхідну для одержання бездефектної продукції.

					ХМЗ206.1020.001	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При випалі видаляється механічно і хімічно зв'язана волога, черепок здобуває необхідну міцність. Реакції взаємодії вихідних компонентів маси протікають у твердій фазі. У процесі випалу повинне відбутися очищення черепка, тобто вигорання органічних домішок, розкладання речовин, що виділяють газ. Під час випалу в масі відбуваються наступні процеси:

- випаровується залишкова вода, що вийшла при сушінні, затворенні і гігроскопічна волога (100-400⁰С);
- в області температур 500—600⁰С виділяється кристалізаційна вода каолініту, після чого її не можна більше пластифікувати водою;
- при більш високих температурах починається спікання маси, прожарений черепок здобуває міцність, що залежить від температури і тривалості її впливу.

Випал плитки проводиться в роликовій газовій печі, в окисному середовищі, при повному згоранні палива, без видимого факела полум'я з надлишком повітря. Використовується роликова газова піч фірми SACMI. Піч складається з 11 секцій. Кожна секція складається з металевого каркасу, футерованого шамотом. Зовні кожна секція облицьована металевими листами. До складу печі входить система приводу роликів, система подачі й регулювання, система відводу димових газів, система подачі повітря на горіння, комплект газових пальників SITI 61400.

Максимальна температура випалу 1230 °С, тривалість випалу 50хв.

Тиск газу, що подається на горіння 0,02-0,04 МПа (0,2-0,4 кгс/см²).

Показники фізико-механічних властивостей плиток:

- водопоглинання <0,5 %
- межа міцності при згині не менше 28 МПа
- термічна стійкість 150 °С

2.4.7. Сорткування і упакування плитки.

Сорткування і упакування плиток здійснюється на кінцевій ділянці поточно-конвеєрної лінії з наступною установкою ящиків на дерев'яні піддони.

					ХМЗ206.1020.001	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після виходу з печі, плитки пройшовши через пристрій, що контролює точність лінійних розмірів, попадають на два конвеєри. Сорткування продукції по зовнішньому вигляду лицьової поверхні здійснюється сортувальниками на сортувальній лінії відповідно до вимог ГОСТ 6141-91. Сортувальниці візуально визначають дефекти поверхні і форм плиток.

Плитки одного розміру, кольору, тону, малюнка й сорту, упаковуються у картонні ящики, виготовлені за ГОСТ 9142-90. У картонні ящики плитки укладаються вертикально на грань впритул одна до одної. Далі, картонні ящики формуються в транспортний пакет на плоских піддонах за ГОСТ 26663-85 за допомогою поліпропіленової стрічки й термоусадочної плівки. Формування транспортних пакетів - за ГОСТ 26663-95. Для склеювання ящиків застосовується полівінілацетатна дисперсія.

Кожна пакувальна одиниця повинна бути позначена етикеткою, на якій указують:

- найменування або товарний знак підприємства виробника;
- найменування виробів;
- маніпуляційні знаки: «Обережно, крихке», «Боїться вологості», «Верх»
- позначення стандарту на продукцію;
- розміри, сорт;
- малюнок, колір, тон
- тип і кількість плиток;
- дата виготовлення, дата сортування та прізвище сортувальника.

Ярлик з інформацією повинен бути міцно прикріплений до ящика або надрукований на пакувальному папері.

Кожна відвантажена партія виробів повинна супроводжуватися документом, що засвідчує їхню якість, у якому вказують:

1. номер і дату видачі документа; найменування й адреса підприємства; найменування продукції;
2. сорт;
3. розміри, колір, малюнок; водопоглинання;

					ХМЗ206.1020.001	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. міцність при вигині; кількість плиток, шт., м²; вага брутто й нетто, кг; позначення стандарту.

Браковану продукцію сортувальниці скидають у спеціально встановлені контейнери. Придатна плитка укладається в картонний ящик, що встановлюється на піддон. Піддони карою перевозяться й розташовуються рівномірно на вільній площі складу. На складі готової продукції, проводиться складування, зберігання й відвантаження споживачу.

Плитки в упакованому виді повинні зберігатися в закритих приміщеннях або під навісом.

2.5. Матеріальний баланс виробництва

Розрахунок мас

Склад маси

– каолін лужний	– 53%
– польовий шпат	– 42%
– пісок кварцовий	– 5 %
– триполіфосфат натрію	– 0,2%
– рідке скло	– 0,2%
– керамічний барвник	– 4%

Вихідні дані для розрахунку

1. Продуктивність цеху	– 2400000 м ² /рік
2. Розміри плитки	– 300×300×7,5мм
3. Маса одиниці виробу	– 16100г
4. Площа одиниці виробу	– 90000 мм ²
5. Вологість сировинних компонентів:	
– каолін лужний	– 16%
– польовий шпат	– 4%
– кварцовий пісок	– 5%
6. Вологість прес-порошку	– 6%
7. Густина прес-порошку	– 1150 кг/м ³
8. Вологість глиняного шлікеру	– 46%
9. Густина глиняного шлікеру	– 1600 кг/м ³

					ХМЗ206.1020.001	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10.Об'ємна насипна густина:

- каолін лужний – 1600кг/м³
- польовий шпат – 1700кг/м³
- кварцовий пісок – 1450 кг/м³

11.Кількість браку:

- складські втрати продукції B_1 – 0,1%
- брак під час випалу B_2 – 4%
- брак під час пресування і сушіння B_3 – 1,5%
- зворотні втрати B_{31} – 95%
- транспортування B_4 – 0,5%
- втрати в масозаготівельному цеху B_5 – 0,5%
- втрати на складі сировини B_6 – 0,2%

12.Густина випаленої плитки – 2148кг/м³

Таблиця 2.5.1. - Хімічний склад компонентів

Найменування компонентів	Вміст, %										
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	ВВ П	С у-м а	Склад маси, %
Каолін лужний	52,85	32,63	0,79	1,20	1,24	0,17	1,50	0,80	8,82	100	53
Пісок кварцовий	97,70	0,78	0,48	0,081	0,44	0,05	0,31	0,02	0,14	100	5
Польовий шпат	62,27	21,77	0,30	-	0,83	0,50	12,4	1,62	0,31	100	42

Розрахуємо хімічний склад шихти:

$$\text{SiO}_2 = 52,85 \cdot 0,35 + 49,54 \cdot 0,18 + 97,7 \cdot 0,05 + 62,27 \cdot 0,42 = 58,45$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 = 32,63 \cdot 0,35 + 34,78 \cdot 0,18 + 0,78 \cdot 0,05 + 21,77 \cdot 0,42 = 26,86$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,79 \cdot 0,35 + 0,57 \cdot 0,18 + 0,48 \cdot 0,05 + 0,3 \cdot 0,42 = 0,53$$

$$\text{TiO}_2 = 1,2 \cdot 0,35 + 0,47 \cdot 0,18 + 0,081 \cdot 0,05 = 0,51$$

$$\text{CaO} = 1,24 \cdot 0,35 + 0,66 \cdot 0,18 + 0,44 \cdot 0,05 + 0,83 \cdot 0,42 = 0,92$$

$$\text{MgO} = 0,17 \cdot 0,35 + 0,32 \cdot 0,18 + 0,05 \cdot 0,05 + 0,5 \cdot 0,42 = 0,33$$

$$\text{K}_2\text{O} = 1,5 \cdot 0,35 + 1 \cdot 0,18 + 0,31 \cdot 0,05 + 12,4 \cdot 0,42 = 5,93$$

$$\text{Na}_2\text{O} = 0,8 \cdot 0,35 + 0,26 \cdot 0,18 + 0,019 \cdot 0,05 + 1,62 \cdot 0,4 = 1,01$$

					ХМ3206.1020.001					Арк.
										52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

$$\text{ВВП} = 8,82 \cdot 0,35 + 12,4 \cdot 0,18 + 0,14 \cdot 0,05 + 0,31 \cdot 0,42 = 5,46$$

Таблиця 2.5.2. - Хімічний склад шихти для виробництва плитки

Компонент	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	ВПП	Сума
Вміст, %	58,45	26,86	0,53	0,51	0,92	0,33	5,93	1,01	5,46	100

1. Знайдемо об'єм однієї плитки:

$$V_{\text{плитки}} = a \cdot b \cdot c = 300 \cdot 300 \cdot 7,5 = 360000 \text{ мм}^3 = 0,000675 \text{ м}^3, \text{ де}$$

a – ширина однієї плитки, мм

b – довжина однієї плитки, мм

c – товщина однієї плитки, мм

2. Знайдемо кількість плиток, що знаходяться в 1 м²:

$$\text{КП} = \frac{1 \text{ м}^2}{S_{\text{плитки}}} = \frac{1 \text{ м}^2}{0,09} = 11,11 \text{ шт}$$

де $S_{\text{плитки}}$ – площа однієї плитки в м²

3. Знайдемо масу 1 м² плитки:

$$m_{\text{м}^2} = \text{КП} \cdot m = 11,11 \cdot 1,45 = 16,11 \text{ кг, де}$$

m – маса однієї плитки в г

4. Маса плитки, яка випускається за рік:

$$M_p = m_{\text{м}^2} \cdot P = 16,11 \cdot 2400000 = 38664000 \text{ кг/рік} = 38664 \text{ т/рік,}$$

де P – річна виробнича потужність, м²/рік

5. Маса та площа плитки, яка надходить на склад з врахуванням 0,1% втрат під час сортування, упаковки транспортування та зберігання готової продукції:

$$M_I = \frac{M_p \cdot 100}{100 - B_1} = \frac{38664 \cdot 100}{100 - 0,1} = 38702,7 \text{ т/рік}$$

$$N_I = \frac{P \cdot 100}{100 - B_1} = \frac{2400000 \cdot 100}{100 - 0,1} = 2402400 \text{ м}^2/\text{рік}$$

6. Маса та площа плиток, які виходять з печі з врахуванням 4% браку під час випалу:

$$M_2 = \frac{M_I \cdot 100}{100 - B_2} = \frac{38702,7 \cdot 100}{100 - 4} = 40315,3125 \text{ т/рік}$$

$$N_2 = \frac{N_I \cdot 100}{100 - B_2} = \frac{2402400 \cdot 100}{100 - 4} = 2498496 \text{ м}^2/\text{рік}$$

Брак під час випалу складає:

					ХМ3206.1020.001	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M_{BB} = M_2 - M_1 = 40315,3125 - 38702,7 = 1612,6125 \text{ т/рік}$$

7. Маса абсолютно сухого матеріалу, що надходить на випал з урахуванням втрат при прокалюванні:

$$\text{ВПП} = 8,82 \cdot 0,35 + 12,4 \cdot 0,18 + 0,14 \cdot 0,05 + 0,31 \cdot 0,42 = 5,46\%$$

$$M_3 = \frac{M_2 \cdot 100}{100 - \text{ВПП}} = \frac{40315,3125 \cdot 100}{100 - 5,46} = 42643,66 \text{ т/рік}$$

8. Маса сирцю, який надходить у сушарку з вологістю 6% складає:

$$M_4 = \frac{M_3 \cdot 100}{100 - W_{\text{п-п}}} = \frac{42643,66 \cdot 100}{100 - 6} = 45365,6 \text{ т/рік}$$

9. Маса матеріалу, що надходить на пресування і кількість відпресованої плитки з врахуванням відсотку браку під час пресування і сушіння 1,5% становитиме:

$$M_5 = \frac{M_4 \cdot 100}{100 - B_3} = \frac{45365,6 \cdot 100}{100 - 1,5} = 46056,45 \text{ т/рік}$$

Ця ж кількість плитки в одиницях площі дорівнює:

$$N_3 = \frac{N_2 \cdot 100}{100 - B_4} = \frac{2498496 \cdot 100}{100 - 1,5} = 2536544,16 \text{ м}^2/\text{рік}$$

Об'єм прес-порошку на пресування:

$$V_{\text{п-п}} = \frac{M_5}{\rho_{\text{п-п}}} = \frac{46056,45}{1,150} = 40049,01 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Маса браку під час пресування і сушки:

$$M_{\text{БПС}} = M_5 - M_4 = 46056,45 - 45365,6 = 690,85 \text{ т/рік}$$

У тому числі зворотні втрати при цих операціях:

$$M_{31} = M_{\text{БПС}} \cdot \frac{B_{31}}{100} = 690,85 \cdot \frac{95}{100} = 656,31 \text{ т/рік}$$

10. Продуктивність пресів по сирих плитках, враховуючи 6% вогневої та повітряної усадки:

$$N_4 = \frac{N_3 \cdot 100}{100 - 6} = \frac{2536544,16 \cdot 100}{100 - 6} = 2698451,23 \text{ м}^2/\text{рік}$$

11. Кількість прес-порошку, який виходить з БРС з врахуванням 0,2% втрат:

$$M_6 = \frac{M_5 \cdot 100}{100 - B_4} = \frac{46056,45 \cdot 100}{100 - 0,2} = 46148,75 \text{ т/рік}$$

12. Кількість шлікеру, який подають в БРС, при вологості 46%

$$M_7 = \frac{M_6 \cdot (100 - W_{\text{п-п}})}{100 - W_{\text{ш}}} = \frac{46148,75 \cdot (100 - 6)}{100 - 46} = 80333,01 \text{ т/рік}$$

Об'єм шлікеру, що подається в БРС:

$$V_{\text{ш}} = \frac{M_7}{\rho_{\text{ш}}} = \frac{80333,01}{1,6} = 50208,13 \text{ м}^3/\text{рік}$$

					ХМ3206.1020.001	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

13. Кількість шлікеру, яку необхідно приготувати з врахуванням зворотніх втрат під час пресування і сушки:

$$M_8 = M_7 - \frac{M_{31} \cdot (100 - W_{п-п})}{100 - W_{ш}} = 80333,01 - \frac{656,31 \cdot 94}{100 - 46} = 79190,544 \text{ т/рік}$$

Об'єм шлікеру, що потрібно приготувати:

$$V_{ш} = \frac{M_7}{\rho_{ш}} = \frac{79190,544}{1,6} = 49494,09 \text{ м}^3/\text{рік}$$

14. Кількість шлікеру, яку необхідно приготувати з врахуванням 0,5% втрат у масозаготівельному цеху:

$$M_9 = \frac{M_8 \cdot 100}{100 - B_5} = \frac{79190,544 \cdot 100}{100 - 0,5} = 79588,5 \text{ т/рік}$$

15. Кількість компонентів, яку необхідно подати в масозаготівельний цех на абсолютно суху масу:

$$M_{10} = \frac{M_9 \cdot (100 - W_{ш})}{100} = \frac{79588,5 \cdot 54}{100} = 42977,79 \text{ т/рік}$$

16. Кількість компонентів, яку необхідно подати на склад сировини з урахуванням 0,2% втрат:

$$M_{11} = \frac{M_{10} \cdot 100}{100 - B_6} = \frac{42977,79 \cdot 100}{100 - 0,2} = 43063,92 \text{ т/рік}$$

З них відповідно по рецепту маси:

- Каолін лужний $43063,92 \cdot 0,53 = 22823,37 \text{ т/рік}$
- Пісок кварцовий $43063,92 \cdot 0,05 = 2153,2 \text{ т/рік}$
- Польовий шпат $43063,92 \cdot 0,42 = 18086,85 \text{ т/рік}$

17. З урахуванням вологості в масозаготівельний цех необхідно подати:

- Каоліну лужного $\frac{15072,372 \cdot 100}{100 - 16} = 26986,7 \text{ т/рік}$
- Піску кварцового $\frac{2153,2 \cdot 100}{100 - 5} = 2266,53 \text{ т/рік}$
- Шпату $\frac{18086,85 \cdot 100}{100 - 4} = 18840,5 \text{ т/рік}$

18. Питома втрата сировини на 1 м² плитки:

- Каолін лужний $26986,7 / 2400000 = 7,48 \text{ кг/м}^2$
- Шпат $2266,53 / 2400000 = 0,95 \text{ кг/м}^2$
- Пісок кварцовий $18840,5 / 2400000 = 7,85 \text{ кг/м}^2$

					ХМ3206.1020.001	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.5.3. - Матеріальний баланс виробництва

№	Технологічна стадія	Режими роботи заводу			Одиниці виміру	Подати матеріалів				
		Днів у році	Зміну добу	Годин у зміні		На рік	В місяць	На добу	за зміну	за годину
1	Подати на склад сировини:	270	2	8						
	Каолін лужний				Т	26956,7	2246,4	99,9	50	6,253
	Пісок				Т	2266,53	188,9	8,4	4,2	0,53
	Польовий шпат				Т	18840,5	1570	69,8	34,9	4,36
2	Подати в кульовий млин	350	3	8						
	Каолін лужний				Т	26956,7	2246,4	77,1	25,7	3,215
	Пісок				Т	2266,53	188,9	6,5	2,17	0,27
	Польовий шпат				Т	18840,5	1570	53,83	17,94	2,24
3	Приготувати шлікер	350	3	8	Т	79588,5	6632,4	227,4	75,8	9,475
4	Подати шлікер у БРС	350	3	8	Т	80333,01	66,94,4	229,5	76,5	9,563
5	Подати прес – порошку прес	350	3	8	Т	46148,75	3845,73	131,85	43,95	5,494
6	Відпресувати плиток	350	3	8	Т	46056,45	3838	131,6	43,87	5,484
7	Подати виробів на сушіння	350	3	8	Т	45365,6	3780,5	129,6	43,2	5,4
8	Подати виробів на випал	350	3	8	Т	42643,66	3553,64	121,84	40,6	5,075
9	Подати плиток на склад	350	3	8	Т	38702,7	3225,23	110,58	36,86	4,61

2.6. Вибір і розрахунок технологічного устаткування

Для розвантаження вагонів, які прибули із сировиною використовуємо грейферний кран.

Технологічна характеристика грейферного крана В - 654

- вантажопідйомність, Т - 5
- об'єм ковша, м³ – 1,5
- загальна потужність, кВт - 52
- число обертів у хвилину, об/хв - 1460

					ХМ3206.1020.001	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розраховуємо кількість кранів, що забезпечить дану продуктивність при 8 – и годинній робочій зміні.

$$N = \frac{m_{глини}^{доб} + m_{каоліну}^{доб} + m_{пісок.}^{доб} + m_{шпату}^{доб}}{g \times K_2 \times z \times t} = \frac{+ 66500 + 33400 + 8400 + 69800}{5000 \times 0.8 \times 30 \times 8 \times 2} = 0,093$$

Вибираємо 1 грейферний кран.

Розрахунок устаткування ведемо виходячи з того, що воно підрозділяється на безперервно діюче та періодично діюче.

$$N_{непр} = \frac{Q}{g \times K_1 \times K_2}, \text{ шт., де}$$

Q – дійсна продуктивність, яку необхідно виконати по матеріальному балансі, кг/година, м³/година.

g - паспортна продуктивність устаткування.

K₁ – коефіцієнт експлуатації встаткування.

K₂ – коефіцієнт завантаження встаткування.

$$N_{період} = \frac{Q'}{g' \times K_2 \times z}, \text{ шт., де,}$$

Q' - дійсна продуктивність по матеріальному балансі в добу.

g' - паспортна добова продуктивність

K₂ – коефіцієнт завантаження встаткування

z - кількість циклів роботи встаткування за добу.

Розраховуємо обсяг бункерів запасу з урахуванням зберігання 12 годин.

$$\text{Для глини } \frac{4163 \times 12}{1600 \times 0,8} = 39,03 \text{ м}^3. \text{ Вибираємо бункер } V=40 \text{ м}^3$$

$$\text{Для каоліну } \frac{2090 \times 12}{1600 \times 0,8} = 19,59 \text{ м}^3. \text{ Бункер } V=20 \text{ м}^3$$

$$\text{Для піску } \frac{530 \times 12}{1450 \times 0,8} = 5,48 \text{ м}^3. \text{ Бункер } V=6 \text{ м}^3$$

$$\text{Для польового шпату } \frac{4360 \times 12}{1700 \times 0,8} = 38,47 \text{ м}^3. \text{ Бункер } V=39 \text{ м}^3$$

Для кожного виду сировинних матеріалів установлюємо окремий бункер.

Готування глинистого шлікера.

Розрахуємо кількість ящикових живильників.

Технічна характеристика ящикового живильника СМ - 1091

					ХМЗ206.1020.001	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- продуктивність, м³/год – 15
- обсяг ящика, м³ – 2
- електродвигун N=4 кВт, n=750 об/хв.

Кількість живильників на кожен матеріал розраховуємо по сировині, який використається найбільше: $N_{\text{шпат}} = \frac{2240}{15 \times 0,9 \times 0,8 \times 1700} = 0,122 \text{ шт.};$

Установлюємо по 1-му ящиковому живильнику для кожного сировинного матеріалу. В сумі маємо 2 ящикових живильника.

Під кожним бункером запасу підвішується ваговий стрічковий дозатор марки ЕН-4176. Його технічні характеристики:

- продуктивність, кг/година - 4500
- електродвигун N=0,6 квт, n=1500 про/хв

Виходячи з матеріального балансу виробництва розрахуємо кількість дозаторів для кожного сировинного матеріалу по тому, який використовується найбільше:

$$N_{\text{каолін}} = \frac{2240}{4500 \times 0,95 \times 0,9} = 0,582 \text{ шт.}$$

Установлюємо по 1 дозатору для кожного компонента.

Вибираємо для помелу матеріалів Дезінтегратор Ударник - 26 Алтайського машинобудівного заводу.

Продуктивність даної моделі дезінтегратора становить 3,6 т в годину, тобто в добу перемелюється 86400 кг сировини, а потрібно 84790 кг. Тобто одного дезінтегратора буде вдосталь. Але звертаючи увагу на той факт, що дезінтегратори перегріваються за 1 год роботи, даним виробництвом буде передбачено ще й другий дезінтегратор аналогічної моделі. І поки перший буде охолоджуватись, другий буде працювати - і навпаки.

N=2 шт

Установлюємо 2 дезінтегратори.

Сировина через вібросито і стрічковий подавач надходить у спеціальні бункера для зберігання.

Технічна характеристика вібросити SPB-1210

					ХМЗ206.1020.001	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- продуктивність, м³/год – 30

- електродвигун N=0,4 квт, n=1500 про/хв.

$$\text{Кількість вібросит } N = \frac{9563}{30 \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1600} = 0,28 \text{ шт.}$$

Установлюємо 1 вібросито з насосом.

Після кульового млина, пройшовши через вібросито, шлікер надходить у басейн із пропелерною мішалкою. Час перебування шлікера в басейні становить 30 хв. Там відбувається перемішування його з електролітами й усіма іншими добавками.

$$\text{Розраховуємо кількість басейнів } \frac{9563 \cdot 0,5}{1600 \cdot 0,8 \cdot 8} = 0,47 \text{ шт.}$$

Установлюємо 2 басейни з пропелерною мішалкою для базового та кольорового шлікерів

Для перекачування шлікера з басейну вибираємо насос 5ПВ10 з характеристикою:

- продуктивність, м³/ч – 20

- електродвигун N=30 квт, n=90 про/хв.

$$\text{Кількість насосів: } N = \frac{9563 \cdot 0,5}{1600 \cdot 20 \cdot 0,9 \cdot 0,8} = 0,21 \text{ шт.}$$

Установлюємо 2 насоси, по одному на басейн

Розраховуємо кількість БРС

- продуктивність, т/год

по прес-порошку – 10,0

обсяг сушильної бані, м³ – 690

$$N = \frac{5494}{10000 \times 0,9 \times 0,95} = 0,64 \text{ шт.,}$$

Установлюємо 1 робочу БРС.

Пресування плитки.

Технічна характеристика преса Sacmi PH 7500

Число пресувань, уд/хв - 12

Число прес-форм, шт., - 8

Кількість відпресованих плиток, шт/год – 5760

					ХМ3206.1020.001	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продуктивність преса, м²/год, $\frac{5760}{11,11} = 518$

Кількість пресів $N = \frac{2698451,23}{350 \times 24 \times 518 \times 0,8 \times 0,85} = 0,91$ шт.,

Установлюємо 1 робочий преса, 1 запасний.

Установлюємо 1 поточно-конвеєрну лінію.

Розрахунок площ складів сировини:

$$F_{\text{скл}} = \frac{V_{\text{скл}} \times K_1}{K_2 \times H_{\text{мах}}}; V_{\text{скл}} = \frac{Z_{\text{сут}} \times C_n}{K_n \times \rho}, \text{ де}$$

$V_{\text{скл}}$ – необхідна ємність складу для зберігання 1 матеріалу

K_1 – коефіцієнт, що враховує розриви й проїзди

K_2 – коефіцієнт заповнення обсягу складу (0,8 – 0,9)

$H_{\text{мах}}$ – максимальна висота зберігання матеріалу на складі

ρ – насипна щільність сировинних матеріалів

$Z_{\text{сут}}$ – нормативний запас матеріалу в добу, кг/доб.,

C_n – добова норма зберігання на складі (5 – 30 діб)

K_n – коефіцієнт використання основного встаткування (0,9 – 0,95)

Каолін лужний:

$$V_{\text{скл}}^{\text{гл.о}} = \frac{66500 \times 14}{1600 \times 0,9} = 971,2 \text{ м}^3; F_{\text{скл}}^{\text{гл.о}} = \frac{646,5 \times 1,2}{0,8 \times 5} = 291,4 \text{ м}^2.$$

Кварцовий пісок:

$$V_{\text{скл}}^{\text{гл.л}} = \frac{8400 \times 14}{1450 \times 0,9} = 82 \text{ м}^3; F_{\text{скл}}^{\text{гл.л}} = \frac{82 \times 1,2}{0,8 \times 5} = 25 \text{ м}^2.$$

Польовий шпат:

$$V_{\text{скл}}^{\text{гл.л}} = \frac{69800 \times 14}{1700 \times 0,9} = 638,7 \text{ м}^3; F_{\text{скл}}^{\text{гл.л}} = \frac{638,7 \times 1,2}{0,8 \times 5} = 191,6 \text{ м}^2.$$

2.7. Розрахунок основного тепло-технологічного агрегату

2.7.1. Розрахунок конструктивних параметрів печі

Вихідні дані:

Річна продуктивність печі, G_p

$2,4 \cdot 10^6 \text{ м}^2/\text{рік}$

Початкова вологість матеріалу, W_n

5%

					ХМЗ206.1020.001	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кінцева вологість матеріалу, W_k	0,5%
Маса виробів, що складають 1м^2	16,1кг
Розмір плити	300×300×7,5мм
Тривалість випалу, τ	50м
Температура випалу, T	1230°C
Час роботи печі за рік	8400год
Визначаємо питому продуктивність печі	
Ємність печі	

$$G_n = \frac{G_p \cdot (100 \cdot Z_1)}{Z_2 \cdot (100 - m)},$$

де G_p - Річна продуктивність печі, $\text{м}^2/\text{рік}$

Z_1 - тривалість випалу, год

Z_2 - час роботи печі за рік

m - брак при випалі, %

$$G_n = \frac{2400000 \cdot (100 \cdot 0,83)}{8400 \cdot (100 - 4)} = 247 \text{ м}^2 / \text{год}$$

Приймаємо розміри пічного каналу

Ширина каналу $B=2,49\text{м};$

Висота каналу $H=0,85\text{м};$

Площа поперечного перерізу каналу печі

$$S=H \cdot B,$$

де: H – висота каналу, м;

B – ширина каналу, м;

$$S=2,49 \cdot 0,85=2,1165\text{м}^2.$$

Площа каналу зайнята виробами

$$F_{\text{печі}} = \frac{G_{\text{печі}}}{q} = \frac{247}{0,93} = 265,93 \text{ м}^2$$

q – густина садки, $\text{м}^2/\text{м}^2$

Знаходимо довжину каналу

					ХМЗ206.1020.001	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L_{\text{каналу}} = \frac{F_{\text{печі}}}{b} = \frac{265,93}{2,49} = 106,8 \text{ м вибираємо довжину } 107 \text{ м}$$

де b - ширина робочого каналу

В залежності від режиму теплової обробки піч розділяють на окремі зони.

$$L_i = L \cdot \frac{\tau_i}{\tau}$$

$$\text{Зона підігріву } \tau_1 = 12 \text{ хв} \quad L_{\text{подогр}} = \frac{107 \cdot 12}{50} = 25,9 \text{ м};$$

$$\text{Зона випалу } \tau_2 = 18 \text{ хв} \quad L_{\text{обж}} = \frac{107 \cdot 18}{50} = 38,3 \text{ м};$$

$$\text{Зона охолодження } \tau_3 = 20 \text{ хв} \quad L_{\text{охл}} = \frac{107 \cdot 20}{50} = 42,8 \text{ м}.$$

Швидкість руху роликового конвеєра в печі $V = 1,26 \text{ м/хв}$.

2.7.2. Розрахунок технологічних параметрів

Маса виробів, що виходять з печі

$$G_{\text{в}}^{\text{вип.}} = \frac{G_{\text{р}} \cdot 100 \cdot m_{\text{пл}}}{Z_2 \cdot (100 - \text{в.п.п.})};$$

$$G_{\text{в}}^{\text{вип.}} = \frac{2400000 \cdot 100 \cdot 16,1}{8400 \cdot (100 - 5,46)} = 4865,665 \text{ кг / год}.$$

Маса сухих виробів

$$G_{\text{в}}^{\text{сух.}} = \frac{G_{\text{в}}^{\text{вип.}} \cdot 100}{100 - \text{в.п.п.}};$$

$$G_{\text{в}}^{\text{сух.}} = \frac{4865,665 \cdot 100}{100 - 5,46} = 5146,674 \text{ кг / год}$$

Маса газоподібних продуктів

$$G_{\text{г.пр.}} = G_{\text{в}}^{\text{сух.}} - G_{\text{в}}^{\text{вип.}}$$

$$G_{\text{г.пр.}} = 5146,674 - 4865,665 = 281,01 \text{ кг / год}$$

Годинна продуктивність печі

$$G'_n = \frac{G_{\text{р}} \cdot m_{\text{пл}}}{Z_2}$$

					ХМЗ206.1020.001	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$G'_n = \frac{2400000 \cdot 16,1}{8400} = 4600 \text{ кг/год}$$

Годинна продуктивність печі з врахуванням браку при випалі

$$G''_n = G'_n \cdot 0,01 \cdot (100 + m)$$

$$G''_n = 4600 \cdot 0,01 \cdot (100 + 4) = 4784 \text{ кг/год}$$

Маса вологого матеріалу, що надходить в піч

$$G^w_\epsilon = \frac{G^{\text{сух.}}_\epsilon \cdot 100}{100 - W_{\text{п}}},$$

$$G^w_\epsilon = \frac{5146,674 \cdot 100}{100 - 0,5} = 5172,536 \text{ кг/год}$$

Кількість вологи, що видаляється при випалі

$$G_w = G^w_\epsilon - G^{\text{сух.}}_\epsilon;$$

$$G_w = 5172,536 - 5146,674 = 25,86 \text{ кг/год}$$

2.7.3. Розрахунок горіння палива

Таблиця 2.7.3.1. - Склад газу (вологого) у відсотках

CH ₄ ^{вл}	C ₂ H ₆ ^{вл}	C ₃ H ₈ ^{вл}	C ₄ H ₁₀ ^{вл}	C ₅ H ₁₂ ^{вл}	CO ₂ ^{вл}	N ₂ ^{вл}	H ₂ O ^{вл}	Сумма
91	1,8	1,3	0,9	0,7	0,3	3	1,0	100

Розрахунок питомої теплоти горіння палива:

$$Q_H = 358,2CH_4 + 637,5C_2H_6 + 912,5C_3H_8 + 1186,5C_4H_{10} + 1460,8C_5H_{12}$$

$$Q_H = 358,2 \times 91,0 + 637,5 \times 1,8 + 912,5 \times 1,3 + 1186,5 \times 0,9 + 1460,8 \times 0,7$$

$$= 37020,36 \frac{\text{кДж}}{\text{нм}^3}.$$

Теоретично кількість сухого повітря, необхідна для спалення 1м³ газу:

$$L_0 = 0,0476 \times (2CH_4 + 3,5C_2H_6 + 5C_3H_8 + 6,5C_4H_{10} + 8C_5H_{12})$$

$$L_0 = 0,0476 \times (2 \times 91 + 3,5 \times 1,8 + 5 \times 1,3 + 6,5 \times 0,9 + 8 \times 0,7) = 9,82 \frac{\text{нм}^3}{\text{нм}^3}.$$

Теоретично необхідна кількість повітря із врахуванням його вологості

d=10 г/кг сух.пов.:

$$L'_0 = 1,016 \times L_0$$

					ХМЗ206.1020.001	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L'_0 = 1,016 \times 9,82 = 9,98 \frac{\text{нм}^3}{\text{нм}^3}.$$

Дійсна кількість повітря при коефіцієнті $\alpha=1,2$:

$$L_\alpha = \alpha \times L_0$$

сухого повітря $L_\alpha = 1,2 \times 9,82 = 11,08 \text{ нм}^3/\text{нм}^3$;

атмосферного повітря $L'_\alpha = 1,2 \times 9,98 = 11,67 \text{ нм}^3/\text{нм}^3$.

Визначаємо кількість і склад продуктів горіння при $\alpha=1,2$ по формулам:

$$V_{CO_2} = 0,01(CO_2 + CH_4 + 2C_2H_6 + 3C_3H_8 + 4C_4H_{10} + 5C_5H_{12})$$

$$V_{CO_2} = 0,01(1 + 91 + 2 \times 1,8 + 3 \times 1,3 + 4 \times 0,9 + 5 \times 0,7) = 1,059 \frac{\text{нм}^3}{\text{нм}^3};$$

$$V_{H_2O} = 0,01(2CH_4 + 3C_2H_6 + 4C_3H_8 + 5C_4H_{10} + 6C_5H_{12} + H_2O + 0,16dL_\alpha$$

$$V_{H_2O} = 0,01(2 \times 91 + 3 \times 1,8 + 4 \times 1,3 + 5 \times 0,9 + 6 \times 0,7 + 1 + 0,16 * 10 * 11,08) = 2,211 \frac{\text{нм}^3}{\text{нм}^3};$$

$$V_{N_2} = 0,79L_\alpha + 0,01N_2$$

$$V_{N_2} = 0,79 \times 11,08 + 0,01 \times 3 = 9,34 \frac{\text{нм}^3}{\text{нм}^3};$$

$$V_{O_2} = 0,21(\alpha - 1)L_0$$

$$V_{O_2} = 0,21(1,2 - 1)9,82 = 0,412 \frac{\text{нм}^3}{\text{нм}^3}.$$

Загальна кількість продуктів горіння:

$$V_\alpha = 1,059 + 2,211 + 9,34 + 0,41 = 13,02 \frac{\text{нм}^3}{\text{нм}^3}.$$

Відсотковий склад продуктів горіння:

$$CO_2 = \frac{1,059 \times 100}{13,02} = 8,14\%;$$

$$H_2O = \frac{2,211 \times 100}{13,02} = 16,98\%;$$

$$N_2 = \frac{9,34 \times 100}{13,02} = 71,72\%;$$

$$O_2 = \frac{0,412 \times 100}{3,16} = 3,16\%.$$

Всього: 100%.

Складаємо матеріальний баланс процесу горіння в кг/на 100м^3 газу при $\alpha = 1,2$ множачи на густину - $\rho, \text{кг}/\text{м}^3$

					ХМЗ206.1020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Таблиця 2.7.3.2. - Матеріальний баланс процесу горіння

Прихід	Кг	Витрати	кг
Природний газ:		Продукти горіння	
$\text{CH}_4=91\cdot0,717$	65,25	$\text{CO}_2=1,059\cdot100\cdot1,977$	209,36
$\text{C}_2\text{H}_6=1,8\cdot1,356$	2,44	$\text{H}_2\text{O}=2,211\cdot100\cdot0,804$	177,76
$\text{C}_3\text{H}_8=1,3\cdot2,020$	2,63	$\text{N}_2=9,337\cdot100\cdot1,251$	1168,06
$\text{C}_4\text{H}_{10}=0,9\cdot2,840$	2,56	$\text{O}_2=0,412\cdot100\cdot1,429$	58,87
$\text{C}_5\text{H}_{12}=0,7\cdot3,218$	2,25		
$\text{CO}_2=0,3\cdot1,977$	0,59	Нев'язка	-0,14
$\text{N}_2=3\cdot1,251$	3,75		
$\text{H}_2\text{O}=1,0\cdot0,804$	0,80		
Повітря:			
$\text{O}_2=206,25\cdot1,2\cdot1,429$	353,68		
$\text{N}_2=206,25\cdot1,2\cdot3,762\cdot1,251$	1164,80		
$\text{H}_2\text{O}=0,16\cdot10\cdot11,781\cdot0,804$	15,16		
Σ	1613,91	Σ	1613,91

Нев'язка балансу складає: $\frac{100\cdot0,14}{1613,91} = 0,01\%$.

Густина димових газів: $\rho_{\text{д.г}} = \frac{P}{V_{\text{д.г}}\cdot100} = \frac{1613,91}{13,02\cdot100} = 1,24 \text{ кг/м}^3$.

Визначаємо теоретичну температуру горіння. Для цього знаходимо ентальпію продуктів горіння при $\alpha=1,2$.

$$i_{\text{общ}} = \frac{Q_{\text{н}}}{V_{\alpha}}$$

$$i_{\text{общ}} = \frac{37020,36}{13,02} = 2843,35 \text{ кДж/нм}^3$$

$$i'_{\text{общ}} = i_{\text{общ}} \times \eta$$

η – пірометричний коефіцієнт (зниження тепловіддачі факела за рахунок нагрівання внутрішньої поверхні печі)

$$i'_{\text{общ}} = 2843,35 \cdot 0,7 = 1990,345 \text{ кДж/нм}^3$$

По i - t -діаграмі визначаю температуру горіння при $\alpha=1,2$ – $t_{\text{теор}}=1748^{\circ}\text{C}$.

					ХМЗ206.1020.001	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Калориметрична температура горіння за цією діаграмою (пунктирна лінія) при $\alpha=1,2 - t_k=1723^{\circ}\text{C}$.

Для порівняння визначаю калориметричну температуру горіння за допомогою таблиць ентальпій. Задаюся температурами $t_1=1700^{\circ}\text{C}$ и $t_2=1800^{\circ}\text{C}$.

При $t_1=1700^{\circ}\text{C}$

$$\text{CO}_2=4036,7 \cdot 0,0814=328,59$$

$$\text{H}_2\text{O}=3229,4 \cdot 0,1698=548,35$$

$$\text{N}_2=2484,1 \cdot 0,7172=1781,60$$

$$\text{O}_2=2628,6 \cdot 0,0316=83,06$$

$$i_1=2741,6 \text{ кДж/нм}^3$$

При $t_1=1800^{\circ}\text{C}$

$$\text{CO}_2=4305,1 \cdot 0,0814=350,44$$

$$\text{H}_2\text{O}=3458,5 \cdot 0,1698=587,25$$

$$\text{N}_2=2643,7 \cdot 0,7172=1896,06$$

$$\text{O}_2=2797,72 \cdot 0,0316=88,41$$

$$i_1=2922,16 \text{ кДж/нм}^3$$

Отже: $2922,16 > i_{\text{общ}} > 2741,6$.

$$2922,16 - 2741,6 = 180,56 \text{ відповідно } 100^{\circ};$$

$$2843,35 - 2741,6 = 101,75 - \Delta t;$$

$$\Delta t = \frac{101,75 \times 100}{180,56} = 56,35^{\circ}, \text{ звідси } t_k = 1800 - 56,35 = 1743,65^{\circ}, \quad t_d = 1275^{\circ}\text{C}.$$

Розрахунок температури горіння палива показує, що обраний газ може бути використаний для одержання заданої температури при обпалі плитки в роликівих печах з максимальною температурою термообробки $t_{\text{max}}=1230^{\circ}\text{C}$.

2.7.4. Розрахунок теплотехнічних параметрів

Таблиця 2.7.4.1. - Вихідні дані теплотехнічних параметрів

Теплотвірна здатність палива, Q_n	37020,36 кДж/нм ³
Коефіцієнт надлишку повітря, α	1,2
Об'єм атмосферного повітря, необхідний для спалювання 1 м ³ палива, V_a^w	11,67 м ³
Об'єм газів, що виділяються при згоранні 1 м ³ палива, $V_{п.г.}^w$	13,02 м ³
Маса випалених виробів за 1 год,	4865,665 кг/год
Маса сухих виробів за 1 год,	5146,674 кг/год
Маса виробів з залишковою вологістю,	5172,536 кг/год
Маса вологи, що видаляється при випалі,	25,86 кг/год
Температура навколишнього середовища,	20 ⁰ С
Температура виробів, що надходять на випал,	40 ⁰ С
Температура виробів, що виходять з печі,	50 ⁰ С
Температура димових газів, що виходять з печі,	110 ⁰ С
Густина димових газів	1,24 кг/м ³

					ХМЗ206.1020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Тепловий баланс зон підігріву та випалу

Прибуток теплоти

1. Теплота від горіння палива

$$Q_1^{np} = Q_n^p \cdot x$$

де x – годинні витрати палива, м^3

$$Q_1^{np} = 37020,36 \cdot x \text{ кДж} / \text{год}$$

2. Теплота, що вноситься повітрям

$$Q_2^{nov} = (1 - m) \cdot V_{nov} \cdot C_{nov} \cdot t_{nov} \cdot x + m \cdot V_{nov} \cdot C_{nov}^{3.ox} \cdot t_{nov}^{3.ox} \cdot x;$$

де C_{nov} - теплоємність повітря при температурі навколишнього середовища,

$C_{nov}^{3.ox}$ - теплоємність повітря при температурі $t_{nov}^{3.ox}$,

m - частина підігрітого повітря, що йде на горіння із зони охолодження

Теплоємність повітря при заданій температурі

$$C_B^t = C_B^{cyx} / (1 + 0,0016d) + (0,0016d \cdot C_{\text{вода}}^{\text{пар}}) / (1 + 0,0016d)$$

Теплоємність повітря при температурі навколишнього середовища

$$C_{\Pi} = 1,2978 / (1 + 0,0016 \cdot 10) + (0,0016 \cdot 10 \cdot 1,4965) / (1 + 0,0016 \cdot 10) = 1,3 \text{ кДж} / (\text{м}^3 \text{К})$$

Теплоємність повітря із зони охолодження

$$C_{\Pi}^{3.ox} = 1,2978 / (1 + 0,0016 \cdot 10) + (0,0016 \cdot 10 \cdot 1,615) / (1 + 0,0019 \cdot 10) = 1,361 \text{ кДж} / (\text{м}^3 \text{К})$$

$$Q_2^{nov} = (1 - 0,25) \cdot 11,67 \cdot 1,3 \cdot 20 \cdot x + 0,25 \cdot 11,67 \cdot 1,361 \cdot 400 \cdot x = 1815,852 \cdot x \text{ кДж} / \text{год}$$

3. Теплота, яка вноситься в зону підігріву матеріалом

$$Q_3 = G_{\epsilon}^{cyx} \cdot C_{\epsilon} \cdot t_{\epsilon};$$

де C_{ϵ} – теплоємність матеріалу, $\text{кДж} / \text{кгК}$;

t_{ϵ} – температура плитки при вході в піч, $t_{\epsilon} = 40^{\circ}\text{C}$;

$$C_{\epsilon} = 0,921 \frac{100 - W_3}{100} + \frac{4,2 \cdot W_3}{100};$$

$$C_{\epsilon} = 0,921 \frac{100 - 0,5}{100} + \frac{4,2 \cdot 0,5}{100} = 0,937 \text{ кДж} / \text{кгК}$$

$$Q_3 = 5146,674 \cdot 0,937 \cdot 40 = 192978,6 \text{ кДж} / \text{год}$$

					ХМЗ206.1020.001	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витрати теплоти

1. Теплота, що виноситься виробами в зону охолодження

$$Q_1^e = G_{\epsilon}^{eun} \cdot C_{\epsilon}^{eun} \cdot t_{eun};$$

де C_{ϵ}^{eun} - теплоємність випалених виробів

$$C_{\epsilon}^{eun} = 0,837 + 0,000264 \cdot t_{eun};$$

$$C_{\epsilon}^{eun} = 0,837 + 0,000264 \cdot 1230 = 1,162 \text{ кДж} / \text{кгК}$$

$$Q_1^e = 4802,855 \cdot 1,162 \cdot 1230 = 6952625 \text{ кДж} / \text{год}$$

2. Теплота, що затрачена на випаровування залишкової вологи

$$Q_2^e = G_w \cdot 2500;$$

$$Q_2^e = 25,86 \cdot 2500 = 64656,7 \text{ кДж} / \text{год}$$

3. Теплота, затрачена на хімічні реакції в матеріалі

$$Q_3^e = \sum g_{ix.p.} \cdot G_{ix.p.};$$

де $g_{ix.p.}$ - теплота проходження різних фізико-хімічних процесів, віднесена на 1 кг хімічної сполуки у випаленому продукті, кДж/кг

$G_{ix.p.}$ - кількість хімічної сполуки, по яким розраховують теплові ефекти

$$G_{i \text{ x.p.}} = 0,01 \cdot n_i \cdot G_{\text{изд}}^{\text{об}},$$

где n_i – вміст оксиду у вихідній масі.

В процесі випалу проходить реакція утворення оксидів Al, Mg, Ca, які проходять з поглинанням теплоти.

Ці реакції характеризуються наступними тепловими ефектами:

$$Q^1 = 2090 \text{ кДж/кг}; Q^2 = 3177 \text{ кДж/кг}; Q^3 = 2750 \text{ кДж/кг}.$$

Тепловий ефект кожної реакції можна визначити з відсоткового складу відповідного оксиду у випаленому матеріалі:

$$Q_{3,1}^e = 2090 \cdot 0,01 \cdot 26,86 \cdot 4865,665 = 2731458 \text{ кДж} / \text{год}$$

$$Q_{3,2}^e = 3177 \cdot 0,01 \cdot 0,92 \cdot 4865,665 = 142215,6 \text{ кДж} / \text{год}$$

$$Q_{3,3}^e = 2750 \cdot 0,01 \cdot 0,33 \cdot 4865,665 = 44155,91 \text{ кДж} / \text{год}$$

					ХМ3206.1020.001	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_3^6 = 2731458 + 142215,6 + 44155,91 = 2917830 \text{кДж} / \text{год}$$

4.Витрати теплоти з відходячими димовими газами

$$Q_4' = V_{\text{вих}} \cdot C_{\text{д.г.}} \cdot t_{\text{д.г.}} \cdot x;$$

$$Q_4' = 13,02 \cdot 1,365 \cdot 110 \cdot x = 1954,953 \cdot x \text{кДж}$$

5. Втрати теплоти через огорожуючі конструкції

Для визначення цієї величини, канал печі ділиться на зони. Оскільки розрахунок теплових втрат через футерівку – процес трудоемний і довгий, для їх визначення використовуємо ЕОМ.

Таблиця 2.7.4.2. - Втрати тепла через огорожуючі конструкції

Зона печі	Поверхня	Втрати тепла кДж/год
Підігріву	Стіни	11813,53
	Свод	8647,44
	Под	8052,91
Випалу	Стіни	53466,11
	Свод	36067,76
	Под	35733,92
Охолодження	Стіни	7527,14
	Свод	5978,78
	Под	19943,14

$$Q_5^6 = 153781,7 \text{кДж} / \text{год}$$

6. Невраховані витрати

$$Q_{\text{невр.}}' = 0,05 \cdot Q_n \cdot x;$$

$$Q_{\text{невр.}}' = 0,05 \cdot 37020,36 \cdot x = 1851,018x \text{кДж} / \text{кг}$$

Прирівнюємо статті прибутку та витрат

$$Q^{np} = Q^{випр};$$

$$37020,36x + 1815,852x + 192978,6 =$$

$$= 6952625 + 64656,7 + 2917830 + 1954,953x + 1851,018x + 153781,7$$

Витрати палива: X=282,5м³/год.

Складаємо тепловий баланс зон підігріву та випалу.

					ХМ3206.1020.001	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.7.4.3. - Тепловий баланс зон підігріву та випалу

Прибуток тепла			Витрати тепла		
Назва статті	Кількість теплоти		Назва статті	Кількість теплоти	
	кДж/год	%		кДж/год	%
Теплота від горіння палива	10458116	93,7	Теплота, що виноситься виробами в зону охолодження	6952625	60,9
Теплота, що вноситься повітрям	512971,5	4,6	Теплота, що затрачена на випаровування залишкової вологи	64656,7	0,6
Теплота, що вноситься матеріалом	192978,6	1,7	Теплота затрачена на хімічні реакції	2917830	27,9
			Витрати теплоти з відходячими димовими газами	552267	4,9
			Втрати теплоти через огорожуючі конструкції	153781,7	4,7
			Невраховані витрати	522905,8	1
Σ	11164066	100	Σ	11164066	100

Тепловий баланс зони охолодження

Метою складання теплового балансу зони охолодження є визначення кількості повітря для охолодження плитки.

Прибуток теплоти

1. Теплота, що вноситься виробами в зону охолодження

$$Q_1^e = Q_1^{np} = 6952625 \text{ кДж} / \text{год}$$

Витрати теплоти

1. Теплота, що виноситься виробами з печі

$$Q_1^e = G_{\text{вип.}}^{\text{вип.}} \cdot C_{\text{м}} \cdot t_{\text{пл.в.}};$$

де $C_{\text{м}}$ – теплоємність матеріалу, кДж/кгК;

$$C_{\text{м}} = 0,837 + 0,000264 \cdot 50 = 0,8502 \text{ кДж} / \text{кгК}$$

$$Q_1^e = 4865,665 \cdot 0,8502 \cdot 50 = 206839,4 \text{ кДж} / \text{год}$$

					ХМ3206.1020.001	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Теплота, що видаляється з гарячим повітрям

$$Q_2^e = V_{нов} \cdot C_{нов} \cdot t_{нов} \cdot n;$$

$$Q_2^e = V_{нов} \cdot 1,3 \cdot 400 \cdot 0,75 = 390V_{нов} \text{ кДж / год}$$

3. Втрати теплоти через огорожуючі конструкції.

Ці втрати розраховані за допомогою ЕОМ по програмі.

$$Q_3^e = 33449,06 \text{ кДж / год}$$

4. Невраховані витрати

$$Q_4^e = 0,05 \cdot Q_1^{np};$$

$$Q_4^e = 0,05 \cdot 6952625 = 347631,3 \text{ кДж / год}$$

Прирівнюємо статті прибутку та витрат і знаходимо об'єм повітря

$$6952625 = 206839,4 + 390V_{пов.} + 33449,06 + 347631,3$$

$$V_{пов.} = 16319,76 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Таблиця 2.7.4.4. - Тепловий баланс зони охолодження

Прибуток			Витрати		
Статті	кДж/год	%	Статті	кДж/год	%
Теплота, що вноситься виробами в зону охолодження	6952625	100	Теплота, що виноситься виробами з печі	206839,4	3,1
			Втрати теплоти через огорожуючі конструкції.	33449,06	0,2
			Теплота, що видаляється з гарячим повітрям	6364705	91,7
Σ	6952625	100	Невраховані витрати	347631,3	5

Тепловий баланс печі

Складаємо загальний тепловий баланс.

Таблиця 2.7.4.5. - Тепловий баланс печі

Прибуток			Витрати		
Назва статті	Кількість теплоти		Назва статті	Кількість теплоти	
	кДж/год	%		кДж/год	%
Теплота від горіння палива	10458116	93,7	Теплота затрачена на хімічні реакції	2917830	27,9
Теплота, що вноситься повітрям	512971,5	4,6	Витрати теплоти з відходячими димовими газами	552267	4,9
Теплота, що вноситься матеріалом	192978,6	1,7	Теплота, що затрачена на випаровування залишкової вологи	64656,7	0,6
			Втрати теплоти через огорожуючі конструкції	187230,8	1,1
			Теплота, що видаляється з гарячим повітрям	6364705	55,9
			Теплота, що виноситься виробами з печі	206839,4	1,9
			Невраховані витрати	870537,1	7,7
Σ	11164066	100	Σ	11164066	100

Коефіцієнт корисної дії:

$$\eta_{\text{п}} = Q_{\text{пол}} / Q_{\text{затрат}} \cdot 100\% = ((2917830 + 64656,7) / 10458116) \cdot 100\% = 28,5\%$$

Ефективність роботи установки можна визначити по питомим витратам палива на одиницю продукції:

$$q_{\text{уд}} = X / G_{\text{вир}}^{\text{в}} \cdot 1000 = (282,5 / 4865,665) \cdot 1000 = 58,1 \text{ м}^3 / 1000 \text{ кг.}$$

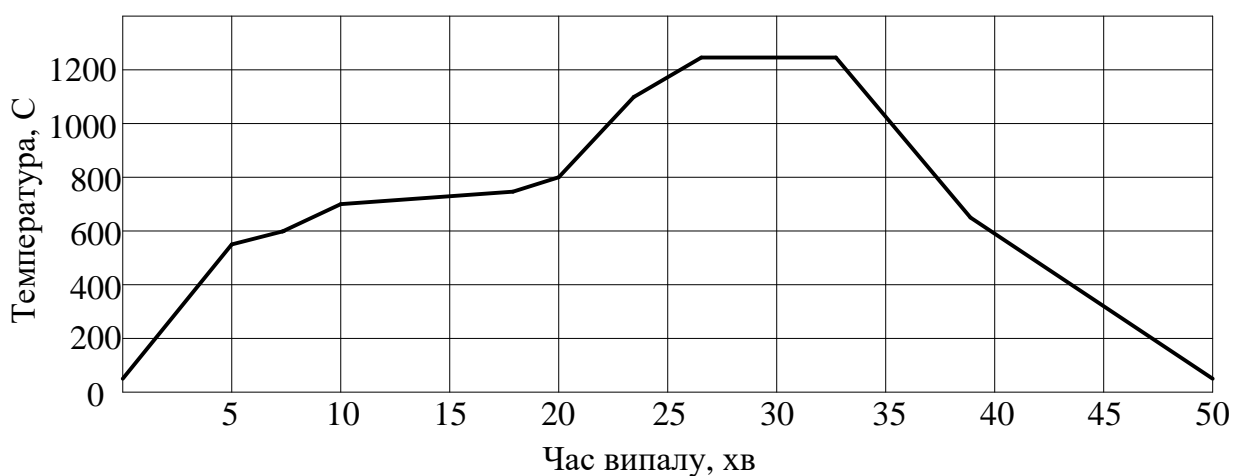


Рис. 2.7.4.1. - Температурна крива випалу

2.7.5. Розрахунок аеродинаміки печі

Розрахунок аеродинамічних параметрів

Розраховуємо об'єм продуктів горіння, які утворюються при спалюванні палива за 1 годину:

$$5 \cdot V_a \cdot x + V_{H_2O} + V_{CO_2} = 5 \cdot 13,02 \cdot 282,5 + 195,77 + 25,23 = 18611,51 \text{ м}^3$$

де: $5 \cdot V_a$ – п'ятикратне збільшення об'єму продуктів горіння палива за рахунок підсосу повітря в піч;

$$V_{H_2O} = G_{\text{вир}}^B \cdot m(Al_2O_3) \cdot M_{H_2O} / M(Al_2O_3) = 4865,665 \cdot 0,2686 \cdot 18 / 102 = 195,77 \text{ м}^3,$$

$$V_{CO_2} = G_{\text{вир}}^B \cdot m_{CaO} \cdot M_{CO_2} / M_{CaO} = 4865,665 \cdot 0,0092 \cdot 44 / 56 = 25,23 \text{ м}^3.$$

Кількість палива, спалюемого в печі за 1 год: $x = 282,5 \text{ м}^3/\text{год}$.

Температура відходячих димових газів: $t = 110^\circ\text{C}$.

Об'єм холодного повітря, що поступає в зону охолодження за 1 год:

$$V_{\text{з.охл}} = 16319,76 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Розрахунок аеродинамічних опорів

$$h_{\text{впр}} = h_{\text{тр}} \pm h_c + h_m$$

Втрати на тертя.

Залежать від довжини каналу, його діаметра, швидкості руху газів, шорховатості стінок каналу, числа Рейнольдса.

$$h_{\text{тр}} = \lambda \cdot (l/d_{\text{пр}}) \cdot (\omega_t/2) \cdot \rho_t, \text{ Н/м}^2;$$

де: λ – коефіцієнт тертя газів до стінки

$$\lambda = 0,175 / Re^{0,12}$$

$$Re = (\omega_0 \cdot \rho_0 \cdot d_{\text{пр}} / \mu)$$

где: μ – коефіцієнт динамічної в'язкості

$$\mu = 21,06 \cdot 10^{-3}$$

$$d_{\text{пр}} = 4Fr/\rho = 4 \cdot 0,85 / 3,4 = 0,78 \text{ м}$$

$$Re = 10 \cdot 1,2 \cdot 0,78 / (21,06 \cdot 10^{-6}) = 426229,33$$

$$\lambda = 0,175 / (426229,33)^{0,12} = 0,829 \text{ Вт/см} \cdot \text{К}$$

$$h_{\text{тр}} = (0,829 \cdot 16 / 0,78) \cdot (13,7 / 2 \cdot 0,946) = 110,2 \text{ Н/м}.$$

Геометричний напір

					ХМЗ206.1020.001	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З'являється на вертикальних відрізках і обумовлений різницею густини газів і навколишнього середовища.

$$h_{\Gamma} = H \cdot g \cdot (\rho_{\text{окруж. среды}} - \rho_2)$$

где: H- висота вертикального відрізка.

$$\rho_2 = 0,946$$

$$\rho_{\text{окруж. среды}} = 1,2$$

$$h_{\Gamma 1} = 1,7 \cdot 9,8 \cdot (1,2 - 0,946) = 4,23 \text{ Н/м}^3$$

$$h_{\Gamma 2} = 4 \cdot 9,8 \cdot (1,2 - 0,946) = 9,96 \text{ Н/м}^3$$

$$h_{\Gamma 3} = 2,5 \cdot 9,8 \cdot (1,2 - 0,946) = 6,22 \text{ Н/м}^3$$

$$h_{\Gamma} = 4,23 + 9,96 - 6,22 = 7,97 \text{ Н/м}^2$$

Втрати на місцеві опори

$$h_m = \xi \cdot (\omega^2 / 2) \cdot \rho_t, \text{ Н/м}^2$$

де: ξ – коефіцієнт, який залежить від виду опору

При повороті на 90° $\xi = 0,78$

$$h_m = 0,78 \cdot (13,7^2 / 2) \cdot 0,946 = 62,2 \text{ Н/м}^2$$

$$h_m = 5 \cdot 62,2 = 311 \text{ Н/м}^2$$

Місцеві опори

До місцевих опорів відносять також втрати напору, які викликані зміною t° газового потоку при русі по каналу постійного розрізу.

$$h_t = 2 \cdot ((\omega^2_{t2} / 2) \cdot \rho_{t2} - (\omega^2_{t1} / 2) \cdot \rho_{t1})$$

$$t_2 = 1230^\circ \text{C}, t_1 = 110^\circ \text{C}$$

$$\omega_{t2} = \omega_0 \cdot (1 + \beta t) = 10 \cdot 3,81 = 38,1$$

$$h_t = 2 \cdot ((38,1^2 / 2) \cdot 0,266 - (13,7^2 / 2) \cdot 0,946) = 208,61 \text{ Н/м}^2$$

$$h_m = 311 + 208,61 = 519,61 \text{ Н/м}^2$$

Загальні втрати:

$$h_{\text{заг}} = h_{\text{тр}} + h_m + h_{\Gamma} = 110,2 + 7,97 + 519,61 = 637,78 \text{ Н/м}^2$$

Вибір димососа

Приймаємо димосос продуктивністю $V = 18611,51 \text{ м}^3/\text{год}$, що створює тиск $h = 637,78 \text{ Н/м}^2$, відводяться димові гази з густиною $\rho = 0,946 \text{ кг/м}^3$.

					ХМЗ206.1020.001	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За номограммою вибираємо димосос низького тиску ВРН №12, умовне число $A=8000$,

$$\eta_v(\text{ККД})=0,6$$

Число обертів:

$$n=A/N=8000/12=666,7 \text{ об/хв.}$$

Потужність електродвигуна:

$$N_{\text{дв}}=V_t \cdot h_t / 3600 \cdot 1000 \cdot \eta_v \cdot \eta_n ,$$

де: η_v - ККД вентилятора,

η_n - ККД передачі, $\eta_n = 0,95$

$$N_{\text{дв}}=18611,51 \cdot 637,78 / (3600 \cdot 1000 \cdot 0,6 \cdot 0,95)=5,78 \text{ кВт.}$$

Установча потужність електродвигуна:

$$N_{\text{ус}} = K \cdot N_{\text{дв}} ,$$

де: K – коефіцієнт запасу потужності двигуна на пусковий момент, $K=1,15$,

$$N_{\text{ус}}=1,15 \cdot 5,78=6,65 \text{ кВт}$$

Приймаємо електродвигун асинхронний з коротко замкнутим ротором, з'єднаний з димососом за допомогою муфти.

Для подачі холодного повітря в зону охолодження з продуктивністю $V=16319,76 \text{ м}^3/\text{год}$ приймаємо вентилятор ВРН-8.

					ХМ3206.1020.001	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.8. Генеральний план підприємства

Будівлі на території підприємства необхідно розташовувати по ходу технологічних операцій, які для виробництва керамічної плитки відповідають схемі:



Схема 2.7.1. Послідовність технологічних процесів виробництва

Ділянка з виробництва плитки «GRESS» займатиме площу 5,5 га (довжина ділянки 301,5 м; ширина 182,4 м). На території ділянки передбачено такі будівлі:

- Склад сировини (довжина 120,6 м; ширина 40,2 м);
- Масозаготівельна будівля (довжина 60,3 м; ширина 45,45 м);
- Головний виробничий цех (довжина 138 м; ширина 24 м);
- Склад готової продукції (довжина 55,45 м; ширина 77,9 м);
- Ремонтна майстерня і склад ГСМ (довжина 55,45 м і ширина 17,6 м – кожна будівля);

- Дільниця водоочищення, газорозподільчий пункт, електropідстанція (довжина 17,6 м і ширина 17,6 м – кожна будівля).

- Адміністративна будівля (довжина 57,75 м; ширина 19 м);
- Дві прохідні (довжина 10,05 м і ширина 14,7 м кожна);

Зі сторони дороги та парковки, на Пн-Сх розміщено адміністративний корпус. З обох боків від нього розміщено прохідні. Навпроти Адміністративного корпусу розташований склад готової продукції, який облаштовано чотирма рампами для розвантажувально-завантажувальних робіт і який конструкційно об'єднано із ремонтно – майстернею. На Зх від адміністративної будівлі знаходиться склад сировини, на південь від нього масозаготівельний цех, який конструкційно об'єднано з основним виробничим цехом.

					ХМЗ206.1020.001	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для організації змінної цілодобової роботи в головному цеху передбачено – санітарні вузли, душові блоки , роздягальні та кімнати відпочинку.

На території заводу передбачена гілка залізної дороги, що проходить через склад сировини .

Зі сторони протікання річки Случ (східна частина території) , на територію заводу аж до ділянки водоочистки проведено водопровід.

Ділянка водоочистки, електропідстанція і газорозподільний пункт знаходяться в Пд-Зх частині заводу, одразу за масозаготівельним та основним цехами. Електропідстанція і газорозподільний пункт розведені одне від одного на достатню відстань.

Також між адміністративним корпусом і дорогою знаходиться автомобільна парковка на 22 місця для робітників заводу.

					ХМ3206.1020.001	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

В даному розділі було представлено технологічну схему виробництва плитки «Gress» з використанням оптимізованої шихти. Було проведено вибір і розрахунок технологічного устаткування у відповідності до теплотехнічних характеристик інноваційної оптимізованої сировини.

Інноваційна складова даної роботи обумовлюється використанням оптимізованої саме для виробництва керамограніту сировини – каолініту лужного та кварц - польовошпатної шихти підприємства «Шпат», родовища «Гірське» Житомирської області. Завдяки своєму складу, дані види сировинні матеріали є найбільш оптимальними у виробництві керамограніту, оскільки вони забезпечують високу якість продукції та сталість характеристик.

Задана потужність цеху і якість продукції, що випускається, досягається завдяки впровадженню в технологічний процес сучасного устаткування. Установка гідравлічного преса напівсухого двоступінчастого пресування РН-7500 фірми «SACMI», сушарки й роликової печі фірми «SACMI» дозволять випускати високоякісну керамогранітну плитку розмірами 300x300x7,5мм. Випал плитки в роликовій печі, проводиться з максимальною температурою випалу 1230°C.

Приготування прес-порошку проводиться шлікерним способом, з подальшим його зневодненням у БРС. Цей спосіб забезпечує найбільш високу ступінь перемішування компонентів шихти з добавками, і гарантує однорідність маси.

Виконано конструктивний та тепловий розрахунок печі. Довжина печі 97 метрів, ширина каналу 2,49 метрів. Здійснено розрахунок горіння палива. Визначено обсяг вологого повітря необхідного для горіння палива $L'_\alpha = 11,67 \text{ м}^3$. Розраховано витрату продуктів горіння при спалюванні 1 м^3 газу $V_\alpha = 13,02 \text{ м}^3$. Теплотворна здатність газу $Q_H = 37020,36 \text{ кДж/м}^3$.

У процесі розрахунку теплотехнічних параметрів склали тепловий баланс печі фірми “SACMI”, у якому враховувалися всі статті приходу й витрати теплоти. Визначили годину витрату палива $X = 282,5 \text{ м}^3/\text{год}$ для забезпечення продуктивності печі для випалу 2400000 м^2 у рік. Кількість повітря, що подається на охолодження виробів $V_{\text{пов}} = 16319,76 \text{ м}^3$.

					ХМ3206.1020.001	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. КОНТРОЛЬ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИРОБНИЦТВА ТА АВТОМАТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ

3.1. Аналіз технологічного процесу отримання преспорошку як об'єкта автоматизації

Основою автоматизації технологічного процесу є автоматичний контроль, що забезпечує отримання інформації достатньої для ручного або автоматичного керування. Для контролю технологічних параметрів застосовуються різні первинні перетворювачі, вихідні сигнали яких відрізняються як за способом представлення інформації, так і за величиною.

У представленій технологічній схемі основним завданням автоматичного регулювання є забезпечення безперебійного випуску готової продукції, контроль подачі сировини, її транспортування, регулювання температури і вологості.

Для забезпечення роботи даної ділянки виробництва необхідно щоб в басейні з мішалкою контролювався рівень і відбувалося перемішування; підтримувався постійний тиск в насосах; в баштово-розпилювальну сушарку подавалося повітря певної температури.

В процесі виробництва окремо готуються глини, які попередньо піддають розпуску і направляють в басейн, де змішуються з іншими сировинними компонентами.

Приготування прес - порошку здійснюється в баштово-розпилювальній сушарці шляхом термічного зневоднення та розпорошування шлікеру, що подається з витратного басейну насосом під тиском. Мета розпилювальної сушки полягає в випаровуванні частини води, що міститься в суспензії та формуванні частинок сферичної форми. Такі частинки мають однаковий розмір. Змінюючи параметри розпилення і теплоносія, можна отримувати преспорошок різного гранулометричного складу і вологості.

Під високим тиском шлікер подається на форсунки всередині БРС і розпорошується вгору. А зверху, назустріч йому, йде потік повітря. Суміш швидко висушується і розпорошується по стінках сушильної камери,

					ХМЗ206.1006.001.ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зсипається вниз, в конус, і подається на транспортер, а звідти - в силоси (ємності для зберігання порошку). Там порошок вилежується не менше трьох діб, щоб його вологість стала однорідною по всьому об'єму.

Робота башто-розпилювальної сушарки здійснюється в автоматичному режимі, який регулюється програмою, закладеною в комп'ютер.

Таблиця 3.1 - Параметри регулювання та контролю процесу отримання преспорошку

№ п / п	Найменування стадії процесу (технологічний об'єкт), місце заміру параметру	Найменування параметру, що вимірюється або регулюється	Норми технологічного режиму та допустимі відхилення	Вимоги до схеми автоматизації
1	2	3	4	5
1	Кількість повітря, що подається для горіння	Витрата повітря	250 м ³ /год	Вимірювання, контроль, реєстрація регулювання
2	Кількість природного газу, що подається до пальника	Витрата природного газу	25 м ³ /год	Вимірювання, контроль, реєстрація регулювання
3	Температура в сушарці	Температура	550 - 650°C	Вимірювання, контроль, реєстрація регулювання
4	Тиск в насосах	Тиск	20 – 30атм	Вимірювання, контроль, реєстрація регулювання
5	Тиск в зоні печі	Тиск	-	Вимірювання, реєстрація

3.2. Опис функціональної схеми автоматизації технологічного процесу отримання преспорошку в БРС

Контроль рівня шлікеру в басейні з пропелерною мішалкою регулюється контуром. Акустичний перетворювач (1-1, 3-1), що знаходиться в камері мірника, через перетворювач (1-2, 3-2) подає сигнал на прилад, що показує і реєструє (1-3, 3-3), де блоком регулювання (1-4, 3-4) контролюється рівень шлікеру в басейнах за допомогою клапанів (1-5, 3-5).

					ХМЗ206.1006.001.ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість шлікеру, що подається в БРС, регулюється наступним контуром: датчики витрати 5-1, 6-1 формують сигнал про поточні значення витрати шлікеру, прилади дистанційної передачі сигналу 5-2, 6-2 передають сигнал на пульт управління; вторинні прилади, що реєструють та показують витрату 5-3, 6-3; регулятор співвідношення витрат, що підлаштовує витрату базового шлікеру в залежності від витрати кольорового 6-4; регулюючі клапани на трубопроводі подачі шлікерів 5-5, 6-5.

Регулювання співвідношення шлікерів здійснюється шляхом зміни кількості кольорового, що подається в сушарку залежно від витрати базового.

Температура в сушарці залежить від витрати газу. Регулювання температури здійснюється за контуром: датчик температури 11-1; прилади дистанційної передачі сигналу 11-2; вторинні прилади, що реєструють та показують 11-3; регулятори 11-4; 8-5- регулюючий клапан на газопроводі.

Кількість повітря, що подається для горіння природного газу, регулюється наступним контуром: датчики витрати 8-1, 9-1 формують сигнал про поточні значення витрати повітря, прилади дистанційної передачі сигналу 8-2, 9-2 передають сигнал на пульт управління; вторинні прилади, що реєструють та показують витрату 8-3, 9-3; регулятори співвідношення витрат, що підстроюють витрату потоку повітря в залежності від витрати газу 9-4; регулюючі клапани на трубопроводі подачі повітря 8-5, 9-5.

Регулювання співвідношення газ - повітря здійснюється шляхом зміни кількості повітря, що подається на горіння до відповідної групи пальників залежно від витрати газу. Вихідний сигнал феродинамічного перетворювача витратоміра повітря алгебраїчно сумується із сигналом реостатного датчика положення заслінки на газопроводі й подається на вхід регулятора співвідношення витрат. При нормальних значеннях витрат газу й повітря вхідна напруга регулятора дорівнює нулю. Відхилення одного з параметрів викликає появу на вході регулятора напруги розбалансу й регулятор видає напругу, знак якої залежить від напруги відхилення.

					ХМ3206.1006.001.ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для підтримки постійного тиску шлікеру, для безперебійної подачі його в БРС передбачається система автоматичного регулювання тиску. Контури включають: манометри 14-1, 15-1; прилади дистанційної передачі сигналу 14-2, 15-2; реєструючі прилади 14-3, 15-3.

Для дистанційного керування вмикання та вимикання силового живлення електродвигунів застосовуються магнітні пускачі МП1, МП2, МП3, МП4, МП5, МП6. За допомогою кнопок SB2, SB4, SB6, SB8, SB10, SB12 вмикається живлення двигунів, при цьому вмикаються сигнальні червоні лампи HL2, HL4, HL6, HL8, HL10, HL12. За допомогою кнопок SB1, SB3, SB5, SB7, SB9, SB11 вмикається живлення двигунів компресорів, при цьому вмикаються сигнальні зелені лампи HL1, HL3, HL5, HL7, HL9, HL9. Аварійний захист спрацьовує наступним чином: при мінімальному тиску в насосах сигнали датчиків передаються на пульт управління за допомогою приладів дистанційної передачі сигналу на відстань 14-2, 15-2; на пульті тиск показується приладом 14-3, 15-3. При відсутності тиску в насосах спрацьовує захисне реле КМ1, КМ2 внаслідок чого припиняється робота електродвигунів.

					ХМЗ206.1006.001.ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

Для сушіння шлікеру використовують башто-розпилюючу сушарку. У ній об'єднані всі процеси: зневоднювання, гранулоутворення і просіювання. Шлікер, що подається в башто-розпилюючу сушарку, розпорошується, взаємодіє з теплоносієм і за кілька секунд висушується до заданої вологості. Отриманий порошок має гарні пресувальні якості, має стабільний гранулометричний склад і рівномірну вологість. При цьому зменшується такий дефект пресування, як шаруватість.

Параметри технологічного процесу отримання прес-порошку у БРС:

- Вологість шлікеру до: 35%
- Температура в БРС: 550 - 650°C;
- Кількість природного газу, що подається до пальника: 25 м³/год;
- Кількість повітря, що подається для горіння: 250 м³/год;
- Тиск в насосах: 25 атм;
- Вологість преспорошку при виході із БРС: 6%.
- Густина прес-порошку: 1150 кг/м.³

У розділі автоматизації виробництва була автоматизована БРС для сушіння шлікеру. Автоматизація сушарки забезпечила керування механізованим виробництвом за допомогою приладів і спеціальних пристроїв без участі людини. Таким чином, збільшилася продуктивність праці, покращилася якість продукції, що випускається.

					ХМ3206.1006.001.ПЗ	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Як видно з технологічної частини пояснювальної записки на об'єкті знаходяться в обігу шкідливі, пожежо- і вибухонебезпечні речовини та матеріали, використовується механічна, електрична, теплова, а також енергія стисненого газу. Внутрішньоцеховий транспорт представлений стрічковими транспортерами, елеваторами, передбачені ручні візки, мостові крани, автотранспорт. Технічні рішення в проекті прийняті з урахуванням вимог охорони праці та пожежної безпеки. У даному розділі на основі виявлення й аналізу шкідливих і небезпечних виробничих факторів розроблені засоби пожежної безпеки та заходи, спрямовані на створення здорових і безпечних у цеху з виробництва керамогранітної плитки для підлоги «Gress».

4.1 Охорона праці

4.1.1 Виявлення та аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів. Заходи з охорони праці

4.1.1.1 Повітря робочої зони

Згідно ДСН 3.3.6.042-99, роботи виконувані в проектованому виробництві за витратами фізичної енергії, відносяться до категорії середньої важкості Па. У таблиці 4.1 наведені прийняті проектом значення параметрів мікроклімату для двох періодів року.

Таблиця 4.1 - Санітарні норми параметрів мікроклімату цеху

Період року	Категорії	Температура, °C		Вологість повітря, %		Швидкість руху пов., м/с	
		Оптимальні	Допустимі	Оптимальні	Припустимі	Оптимальні	Припустимі
Холодний	Па	18-20	15-23	40-60	75	0,2	>0,3
Теплий		21-23	17-27	40-60	>65	0,3	0,2-0,4

Температура устаткування не повинна перевищувати більш ніж на 2°C межі оптимальних величин температури повітря $t_n = t_{opt} + 2^{\circ}C$,

де t_n – температура поверхні устаткування °C,

					ХМ3206.1006.001.ПЗ			Арк.
								84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

$t_{\text{опт.}}$ – оптимальна температура повітря робочої зони, °С.

Для теплого періоду року $t_{\text{п}}=23-25^{\circ}\text{C}$.

Найбільш шкідливою речовиною в приміщенні при проектуванні цеху є силікатний пил, а також газ, що виділяються в процесі випалу.

У таблиці 4.2 наведений перелік шкідливих речовин при виробництві плитки Gres з короткою характеристикою їх токсичності.

Таблиця 4.2 - Коротка санітарна характеристика цеху.

Найменування ділянки	Шкідливі речовини, причини їхнього виділення	Групи шкідливих речовин, характеристика токсичної дії	Кількість шкідливих речовин у повітрі	Клас небезпеки шкідливої речовини	Засоби особистого захисту, марка, ДЕРЖСТАНДАРТ	Засоби допільної допомоги	Клас виробництва згідно СН 245-71	Санітарна група
Ділянка масозаготівлі, Пресування	Силікатний пил. Містить SiO_2 Здрібнювання матеріалу в млині, розпилювачі	Подразнюючі. Викликають силікоз, кон'юкти-віт	6	4	Респіратор, ФАЗ ГОСТ 12.4. 034-85. Окуляри ЗП1 ГОСТ12. 4.023-84	Промивання очей водою	IV	IV
Ділянка сушіння й випалу	СО Продукти згорання палива. Недостатня герметизація Природний газ. При фізичному або хімічному ушкодженні трубопроводу.	Загально токсичні . Викликають ураження центральної нервової системи	20 15	4 3	Фільтруючий протигаз ІЗ ГОСТ12. 4.034-85 Протигаз СТОСІВ-8 ГОСТ 12.4.011-75	Свіже повітря, спокій. Не допускає охол. тіла, дихати киснем		

На ділянці масозаготівлі та пресуванням для зниження запиленості помільно - подрібнює та пресувальне устаткування герметизовано та

підключене до систем аспірації, також передбачене мокре збирання пилу з підлоги, стін і обладнання.

Для віддалення нагрітого повітря в даху будівлі передбачається встановлення аераційних ліхтарів, також повітрообмін здійснюється за допомогою вентиляторів.

Підбір калорифера для підігріву вступника вентиляційного повітря.

Підібрати калориферну установку для підігріву вступника вентиляційного повітря, що складається з калориферів типу КФБ, кількість повітря, що підігрівається $G = 16800 \text{ кг/рік}$, початкова температура повітря $t_{\text{нач}} = -5^\circ\text{C}$, кінцева температура повітря $t_{\text{к}} = 21^\circ\text{C}$, теплоносії – вода з параметрами $t_{\text{г}} = 150^\circ\text{C}$, $t_{\text{об}} = 60^\circ\text{C}$.

$t_{\text{г}}$ – температура гарячої води

$t_{\text{об}}$ – температура зворотної води.

1. Визначаємо витрату тепла на підігрів повітря

$$Q = G \cdot 0,24 \cdot (t_{\text{кін}} - t_{\text{поч}}) = 16800 \cdot 0,24(21 + 15) = 145152 \text{ ккал/рік}$$

Приймаємо, що масова швидкість повітря $V = 8 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с}$ для пластичних калориферів. «Живий» розмір калориферної установки по повітрю визначається за формулою:

$$F_{\text{пов}} = G / 3600 \cdot V = 16800 / 3600 \cdot 8 = 0,58 \text{ м}^2$$

Вибираємо калорифер КФБ–10 з живим розміром по повітрю $f_{\text{в}} = 0,558 \text{ м}^2$.

Паралельна установка по повітрю двох калориферів утворюють розмір:

$$f_{\text{в}} = n \cdot 0,558 = 2 \cdot 0,558 = 1,116 \text{ м}^2$$

Визначаємо масову швидкість повітря для прийнятої установки калориферів за формулою:

$$V = G / 3600 \cdot 2 \cdot f_{\text{в}} = 16800 / 3600 \cdot 2 \cdot 0,558 = 4,18 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с}$$

6. Визначаємо швидкість води в трубах калориферів, пропускаючи воду послідовно через кожний з них: $W = Q / 360 \cdot 1000 \cdot f_{\text{тр}} \cdot (t_{\text{г}} - t_{\text{об}}) = 145152 / 360 \cdot 1000 \cdot 0,0143 \cdot 90 = 0,0313$

Де $f_{\text{тр}}$ - живий розмір проходу води для калорифера КФБ - 10

Визначаємо коефіцієнт теплопередачі калориферів - інтерполяцією значень:

					ХМЗ206.1006.001.ПЗ	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$DO=1407 \text{ ккал/рік}\cdot\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}$$

Визначаємо необхідну поверхню нагрівання калориферної установки:

$$F_y=Q/K\{((t_{\Gamma}-t_{об})/2)-((t_{нач}-t_{кон})/2)\}=145152/14,7\cdot(45+18)=156,73\text{м}^2.$$

Визначаємо загальна кількість калориферів КФБ - 10:

$$n= F_y/F_k=156,73/61,2=2,56 \sim 3$$

Необхідно 3 калорифери.

Таблиця 4.3 - Параметри калориферів

Вихідні данні	Результати розрахунку
$G = 16800\text{кг/рік}$ - кількість повітря, що підігрівається	$Q = 145152 \text{ ккал/рік}$ - витрата тепла на підігрів повітря
$t_{\text{поч}} = -5^{\circ}\text{C}$ - початкова температура повітря	$f_{\text{пов}} = 0.58 \text{ м}^2$ - Живий розмір калориферної установки
$t_{\text{кон}} = 21^{\circ}\text{C}$ - кінцева температура повітря	$V = 4,18 \text{ кг/м}^3$ - масова швидкість повітря
$t_{\Gamma} = 150^{\circ}\text{C}$ - температура гарячої води	$W = 0,0313$ - швидкість води в трубах калориферів
$t_{об} = 60^{\circ}\text{C}$ - температура зворотної води	$DO = 1407 \text{ ккал/рік}\cdot\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}$ - коефіцієнт теплопередачі калориферів
$V = 8 \text{ кг/м}^3$ - масова швидкість повітря для пластичних калориферів	$F_y = 156,73 \text{ м}^2$ - поверхня нагрівання калориферної установки

4.1.1.2 Виробниче освітлення

У приміщенні цеху передбачене природне, штучне і комбіноване освітлення.

Згідно ДБН В.2.5-28-2006, роботи в цеху за зоровими умовами відносяться до розряду Va - малої точності.

Проектом передбачене використання робочого, аварійного освітлення, а також евакуаційного, ремонтного і охоронного освітлення. Для виконання ремонтних і аварійних робіт застосовуються лампи розжарювання. У таблиці 4.4 наведені параметри освітлення, прийняті проектом.

					ХМ3206.1006.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

Таблиця 4.4 – Санітарні норми параметрів освітлення виробничих приміщень.

Хар-ка зорових робіт	Штучне освітлення		КЕО, %			
	Освітленість, лк		Природне освітлення		Суміщене освітлення	
	Комбіноване	Загальне	Верхнє, комбінов.	Бічне	Верхнє, комбінов.	Бічне
Va	300	200	3	1,0	1,8	0.6

Для освітлення виробничого приміщення встановлені газорозрядні лампи низького тиску (типу ЛБ, ЛДЦ, ЛД) і високого тиску (типу ДРЛ) комбінованого виконання, світильники типу СПБ (пило-, бризказащищені).

Для виконання ремонтних робіт проектом передбачені переносні електричні світильники напругою 12В.

Для місцевого освітлення використовуються світильники прямого світла нормального виконання типу «Альфа». Виробниче устаткування пофарбоване в світло-зелені кольори; частини що рухаються - у світло-жовтий, відкриті механізми - у яскраво-червоні кольори.

4.1.1.3. Захист від виробничого шуму та вібрації

Виробничий шум виникає в результаті роботи помольно-дробильного устаткування в цеху масозаготівлі та пресування. Джерелами вібрації на проектуваному підприємстві є різне устаткування - віброрито, електродвигуни, вентилятори, насоси. Шуми носять постійний характер. Згідно ДСН 3.3.6.037-99 у виробничих приміщеннях прийнята норма рівня звуку та еквівалентних рівнів звуку становить 80 дБА. Фактичне значення шуму в цеху складає 88 дБА, що перевищує норму.

Таблиця 4.5 - Допустимі рівні вібрації на робочих місцях.

Вид вібрації	Октавні смуги зі середньо геометричними частотами					
	2	4	8	16	31,5	63
Середньоквадр. вібрація, $M/3 \cdot 10^{-2}$	1,3	0,45	0,22	0,2	0,2	0,2
Логариф. рівень вібрації.	108	99	93	92	92	92

					ХМ3206.1006.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		88

Для захисту від виробничого шуму на підприємстві передбачені звукоізоляційні пристрої: перегородки, екрани і об'ємні звукопоглиначі, які встановлюють між джерелом шуму і робочим місцем, а також засоби індивідуального захисту – навушники.

Щоб знизити рівень вібрації під віброуюче обладнання встановлюють сталеві амортизатори. Для динамічного гасіння коливань передбачені плаваючі маятникові гасителі вібрації.

4.1.1.4 Електробезпека

Електричне устаткування на виробництві живиться від трифазної чотирьохпровідної електричної мережі змінного струму промислової частоти напругою 380/220В з глухозаземленою нейтраллю. Для змінного струму з частотою 50Гц гранично допустимі значення напруги дотику й струму, що проходить через тіло людини, при аварійному режимі $I_{\text{л}} = 6\text{мА}$, $U_{\text{дот}} = 36\text{В}$; при нормальному режимі роботи електричного обладнання $I_{\text{л}} = 0,3\text{мА}$, $U_{\text{дот}} = 2\text{В}$. Згідно з ГОСТ 12.1.038-92 порівнюють розрахункове значення із гранично допустимим значенням струму:

$$I_{\text{л}} = \frac{U_{\phi} \cdot 10^3}{R_{\text{л}} + R_0}, \text{мА};$$

де $R_{\text{л}}$ – опір тіла людини, Ом;

R_0 – опір нейтралі заземлення, Ом;

U_{ϕ} – фазова напруга, В.

$$U_{\text{д}} = I_{\text{л}} \cdot R_{\text{л}} \cdot 10^3, \text{В};$$

$$R_{\text{л}} = 2 \dots 4 \text{ кОм}; R_0 = 4 \text{ Ом};$$

$$I_{\text{л}} = \frac{220 \cdot 10^3}{4000 + 4} = 0,05 \text{ мА};$$

$U_{\text{д}} = 0,05 \cdot 4000 = 220\text{В}$. Отже величина сили струму не є небезпечною для життя людини.

Для забезпечення електробезпечності передбачені наступні технічні заходи й засоби: занулення, захисне відключення, ізоляція струмоведучих частин, електричний поділ мереж, знаки безпеки, огорожувальні пристрої,

					ХМЗ206.1006.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		89

блокування, попереджувальна сигналізація, попереджувальні плакати. Також використовується подвійна ізоляція. З подвійною ізоляцією виготовляється апаратура, розподільні коробки, вимикачі, розетки, корпуси, переносні світильники, електровимірні прилади. У виробничих приміщеннях передбачена періодична перевірка вибраних типів проводів та способу їх прокладки, освітлювальної арматури, пускачів електродвигунів та іншого електроустаткування.

Для забезпечення індивідуального захисту передбачені діелектричні рукавички, інструменти з ізолюючими рукоятками, покажчики напруги, ізолюючі підставки, гумові килимки, тимчасові огороження.

4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

4.2.1 Безпека виробничих процесів та обладнання

Небезпеку становлять рухомі обертальні деталі машин і механізмів. Найнебезпечнішими щодо цього є агрегати дробильно-помольного відділення, млини, змішувачі, вібросито. Також небезпеку становлять стрічкові транспортери та елеватори.

На виробництві використовується внутрішньо-цеховий транспорт, при експлуатації якого можливі аварії.

До устаткування, до якого висуваються підвищені вимоги з виробничої безпеки, використовують теплові агрегати, що працюють на газоподібному паливі – роликова сушарка, роликова піч. Природний газ легко запалюється і вибухонебезпечний у суміші з повітрям, при неповному згорянні палива виділяється сильно отрутний газ СО. Витік природного газу приводить до витиснення кисню в повітрі робочої зони приміщення. При порушенні герметизації теплових агрегатів можливі термічні опіки персоналу.

Рухомі частини виробничого устаткування являються джерелами небезпеки і огорожені сітчастими металевими огороженнями.

Відкриті завантажувальні прорізи бункерів ящиків живильників огорожені по периметрі й закриті ґратами. Огороження живильників

					ХМЗ206.1006.001.ПЗ	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

блоковане із приводом так, що при знятому кожусі привід автоматично відключається.

Стрічкові і секційні конвеєра мають огороження привідних та натяжних барабанів, які зблоковані із приводом таким чином, що при знятих або неправильно встановлених огороженнях конвеєр автоматично зупиняється. Стрічка конвеєра огорожена бортами, які запобігають розсипанню матеріалу. Усі конвеєри мають сигналізацію.

Трубопроводи подачі теплоносія обгороджені і ізольовані, щоб виключити опіки робітників при обслуговуванні сушила. Завантажувальні й розвантажувальні зони тунелів оснащені звуковою і світловою сигналізацією від отвору в кладці печі, призначені для спостереження за процесом випалу, оснащені заслінкою, що щільно закривається.

Вентиляція каналу печі здійснюється двома димососами ДН – 17, один із яких є резервним. Система автоматики безпеки, що оснащена в основному клапанами – відсікачами типу ПКБ, побудована так, що при зміні одного з параметрів припиняється подача газу: при зниженні тиску газу нижче $0,12 \text{ кг}\cdot\text{с}/\text{м}^2$, при відсутності напруги в мережі; при зниженні тиску повітря подаваного на горіння нижче $10 - 20 \text{ кг}\cdot\text{с}/\text{м}^2$; при знятті розрідження в каналі печі нижче 2 мм.рт.ст.

4.2.2 Пожежна безпека

В проектуваному цеху можливе виникнення загоряння внаслідок перенавантаження електроустаткування та прямого попадання блискавки в будівлю, іскри електрозамикання, зарядів статичної електрики (що утворюються під час тертя в пасових передачах, при русі пило-повітряної суміші в трубах і апаратах, та ін.), електродуга ланцюгів, перегрів електроустаткування. Руйнування кабелю, проводки, як наслідок короткого замикання.

					ХМЗ206.1006.001.ПЗ	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У таблиці 4.5 наведені показники пожежо- і вибухонебезпечності речовин і матеріалів, і класифікація цеху по пожежо-, вибухонебезпечності і пристрою блискавковідводу.

Таблиця 4.6 - Показники пожежонебезпечності та вибухонебезпечності речовин і матеріалів

Найменування ділянок, приміщень, і матеріалів	Речовини, що використовуються у виробництві, хімічний склад	Агрегатний стан	Горючість, займистість, вибухонебезпечність	Показники пожежо- і вибухонебезпечності			Вибухонебезпечні суміші з повітрям		Вогнегасильні засоби	Категорія приміщень по ОНТП	Клас приміщень і зовнішніх установок по ПУЗ	Категорія об'єкта й типу зони захисту по пристрої блискавкозахисту по СН 305-77
				Температура спалаху	Температура заpalення	Т самозапалення	категорія	група				
Ділянка сушіння випалу	Природний газ	Г	Горючий, вибухонебезп. Легкозаймистий	—	При р=0.1 МПа	640	IIА	Т1	Інертн. газ	Г	ПІ	ША
	СО	Г	горючий	—	—	—	IIА	Т1	Ін. г			
Склад	Полівиніл хлорид	Тв	горючий	—	560	—	—	—	Вуглек. вогнегасн ВВ - 5			
	Машинне масло	рід	горючий	200	160-191	380	IIБ	—	Пінний вогнегасник			

У цеху встановлена пожежна сигналізація автоматичного типу на стелі, сигналізація типу ПТИМ - 1 встановлена на висоті 6-10м від рівня підлоги. Ручні повідомлювачі встановлені за межами приміщення на відстані 150м, у середині приміщення - на відстані 50м один від іншого.

При проектуванні цеху передбачені заходи, що запобігають вогню: розділ спорудження протипожежними перекриттями на відсіки, обладнані протипожежні перешкоди у вигляді гребенів, козирків, бортиків, обладнані протипожежні двері. На технологічному устаткуванні (БРС, піч, газопроводи) передбачене застосування запобіжних пристроїв (мембран, клапанів). Вони спрацьовують при підвищенні тиску понад установлені межі. Всі

електроустановки захищені автоматичними пристроями від струмів короткого замикання.

На апаратах, що використовують газове живлення, встановлюються КИП, для виміру наступних параметрів: тиск газу в пальниках після останнього пристрою, що відключає, тиск повітря в повітропроводі до пальників після останнього шибера; розрідження й температуру в печі.

Газопроводи усередині цеху мають систему продувних труб із запірними пристроями. Продувні труби (свічі) від печей з'єднують у загальну вивідну свічу. Газ, що пропускає через свічу, витісняє повітря з газопроводу, що усуває можливість утворення вибухонебезпечної суміші газу й повітря.

Оглядові люки оснащені заслінками, що щільно закриваються, щоб уникнути викидів полум'я.

Газ до пальників підводиться через електронні клапани, які припиняють подачу газу при будь-якій аварійній ситуації. Регулювання співвідношення газ-повітря здійснюється автоматично, шляхом зміни кількості повітря, що подається на горіння до відповідної групи пальників залежно від витрати газу.

Для запобігання прямих ударів блискавки, споруди захищені стрижньовими блискавко відводами.

4.2.3 Аналіз небезпеки об'єкта, що проектується

Спираючись на вищевказані дані по всіх пунктах охорони праці можна з впевненістю сказати, що в процесі проектування ділянки з виробництва керамогранітної плитки «Gress» було розглянуто максимум заходів, що забезпечують найбільш стабільний і безпечний виробничий цикл. Проте, завжди існує вірогідність появи небезпечної ситуації того чи іншого ступеня тяжкості і наслідків. Тому в даному пункті буде проведено аналіз всіх можливих аварій з метою їх подальшого запобігання.

Згідно Положення «Про план локалізації та ліквідації аварійних ситуацій», наш об'єкт належить до категорії «Б».

					ХМ3206.1006.001.ПЗ	Арк.
						93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибухопожежонебезпечною речовиною на виробництві є тільки природний газ, необхідний головним чином для функціонування роликової печі, сушарки, та роботи пакувального автомата.

Найбільш шкідливою речовиною в приміщенні при проектуванні цеху є силікатний пил, а також газ, що виділяється в процесі випалу, і які успішно видаляються звідти витяжними станціями. Осівший пил регулярно прибирається.

Такий небезпечний режим як висока температура характерний для головної печі, пакувального автомата та сушарки. Режим високого тиску характерний для гідравлічного пресу та мембранних насосів. Висока напруга характерна для електропідстанції.

Можливі причини виникнення аварій: знос матеріалу (зношення ключових деталей апаратів, які можуть привести до різкого підвищення параметрів і розгерметизації), помилка ремонтного чи обслуговуючого обладнання, дії зовнішніх факторів, дії вражаючих факторів аварії суміжних апаратів.

Причинами вибуху природного газу і пожежі на сушарці, печі або пакувальному автоматі можуть бути несправність калорифера, або ж несправність витяжної установки, що може бути спричинене виключно за недбалості ремонтно – обслуговуючого персоналу.

Причинами вибуху на насосах і гідравлічному пресі можуть бути несправність гідравлічної установки, накип у трубах, несправність манометра і запобіжного клапана, які будуть давати неправильне значення тиску. Дані аварії можуть бути спричинені теж за недбалості ремонтно – обслуговуючого персоналу.

Вибух всіх вищезазначених апаратів може привести до травмування персоналу, руйнування частини приміщення, а вибух на печі і сушарці може призвести ще й до пожежі на підприємстві. Враховуючи такий сценарій розвитку аварії, її можна віднести до рівня А.

					ХМЗ206.1006.001.ПЗ	Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ліквідаційні роботи після вибуху: ліквідація вогнищ спалаху (якщо такі є), знеструмлення всіх апаратів, надання медичної допомоги постраждалим, з'ясування причин аварії, ліквідація пошкоджень в будівлі і апаратурі.

Площа приміщення повинна відповідати протипожежним нормам і вимогам будівельних норм і правил. Приміщення цеху повинно мати природне освітлення, квартирки і вентиляцію. Двері що ведуть у цех повинні відкриватися тільки назовні і не замикатися на ключ під час роботи. Засклені двері не дозволяються. Підлога в приміщенні повинна бути з не струмопровідного матеріалу.

Проектом виробничого цеху передбачено велику кількість вхідних і вихідних дверей і воріт (6 шт), тобто при повній втраті контролю над ситуацією й робітники, з ціллю зберегти життя, можуть покинути територію цеху менш ніж за 10 секунд. Також приміщення цеху є достаньо просторним, і всі технологічні одиниці знаходяться на максимально можливій відстані одна від одної, що максимально знижує ймовірність контакту сусіднього апарату із аварійним й небезпечним середовищем.

					ХМЗ206.1006.001.ПЗ	Арк.
						95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4

В розділі 4 була представлена низка заходів щодо усунення шкідливих і небезпечних чинників, вибрано освітлення на місцях роботи виробничого персоналу, розроблені заходи по електробезпеці, пожежобезпеці, усуненню небезпеки рухомих механізмів. Було підібрано калорифер для підігріву вступника вентиляційного приміщення.

Всі технологічні рішення прийняті з урахуванням вимог охорони праці, пожежної й екологічної безпеки.

					ХМЗ206.1006.001.ПЗ	Арк.
						96
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. СТАРТАП - ПРОЕКТ

5.1. Резюме

Загальна характеристика розробки

Бізнес-ідея: Оптимізація складу вихідної шихти у виробництві керамогранітних плиток

Нині виробництво керамічних плиток й керамограніту активно росте. Також прослідковується тенденція зменшення кількості імпортованої керамічної плитки та керамограніту, і покращення позицій на ринку саме відчизняного продукту. В умовах інтенсивного розвитку виробництва керамічних і керамогранітних плиток широкої актуалізації набувають варіанти використання прогресивних і дешевих видів шихти, впровадження яких на виробництві не буде знижувати якість кінцевого продукту. При виробництві даної керамогранітної плитки «GRESS» буде використовуватись оптимізована шихта підприємства «Шпат», родовища «Гірське» Житомирської області. За умови використання даної шихти на проектованому підприємстві будуть скорочені витрати на масозаготівельне обладнання крупногодисперсного помолу, оскільки шихта, яка буде поступати на виробництво, вже буде необхідного фракційного складу 0 – 10мм. Для тонкого помелу цієї шихти будуть використовуватись дезінтегратори, які дадуть змогу багатократно скоротити енергоресурсність етапу масозаготівлі, і значно підвищать вихід продукту в кінці масозаготівлі. Також шихта вже буде необхідного хімічного складу і в проектованому виробництві відпаде потреба перемішування окремих компонентів шихти, що також дасть змогу заощадити на мішалках.

Мета стартапу: скоротити вартість закупки шихти, скоротити тривалість етапу масозаготівлі, зменшити кількість технологічних одиниць масозаготівельного цеху шляхом встановлення дезінтеграторів.

Суб'єктом замовлення є фізична особа – дільниця з виробництва плитки «GRESS», що спроектована в даній магістерській дисертації.

Об'єктом дослідження є шихта, технологічний процес масозаготівлі в цілому.

					ХМ3206.1006.001.ПЗ	Арк.
						97
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Місце ідеї в ланцюжку цінностей інноваційного процесу: ідея на стадії впровадження і виробництва;

Бізнес-модель стартапу: B2B.

КВЕД: С 23.31 Виробництво керамічних плиток і плит

Прототипи ідеї: застосування основної глинистої сировини – глини при виготовленні керамограніту. Аналоги ідеї: застосування кульових млинів для тонкодисперсного помелу на виробництвах керамогранітних плит.

Вітчизняним конкурентом є компанія ТОВ «АТЕМ ГРУП», ПрАТ «Харківський плитковий завод». Ціна - 142 грн/шт, 136 грн/шт відповідно.

Конкурентні переваги: зниження собівартості кінцевого продукту, виготовленого із застосуванням революційної шихти. Використання для тонкого помелу дезінтеграторів, що знижує енергетичні витрати і вартість обслуговування агрегатів майже в 3 рази

Продукція: керамогранітна плитка розмірами 300x300x7,5 мм.

Керамогранітна плитка виробляється за автоматизованою технологією. Вона здійснюється за такою стандартною схемою:

1. Масозаготівля (підготовка сировини).
2. Формування сирцю.
3. пресування сирцю.
4. Сушка сирцю.
5. Випал в роликових печах при температурі 1240 градусів;
6. Охолодження матеріалу, його сортування та транспортування на

склад.

Джерела сировини: шихта підприємства «Шпат», родовища «Гірський» Житомирської області.

Кваліфікація персоналу:

Начальники цехів, зам. начальників цехів, технолог, майстри цехів, лаборант, робітники контролю якості – це кваліфіковані робітники III та IV розрядів та висококваліфіковані V та VI розрядів.

Пакувальники, оператори, водії, вантажники, кладовщики, прибиральниці – можуть бути малокваліфіковані – ті, що мають I та II розряди та некваліфіковані.

					ХМЗ206.1006.001.ПЗ	Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Споживач: будівельні компанії та приватні підприємства оптової і роздрібної торгівлі, а також фізичні особи віком від 18 років, що мають середній і високий рівень доходу, з будь-яким складом сім'ї та наявним житлом.

Ринком збуту є, в першу чергу, українські будівельні компанії, а в перспективі й міжнародні компанії.

5.2. Аналіз зовнішнього та внутрішнього середовища стартапу

Зовнішнє середовище

Табл. 5.2.1 – Аналіз загроз і можливостей зовнішнього середовища

Сфера	Загрози	Можливості
Економіка	Зміна валютних курсів, підвищення податків; Зниження купівельної спроможності споживачів, зменшення попиту	Оптимізація вартості без втрати якості; Відкритість світового ринку
Політика	Посилення нестабільності в разі загострення бойових дій на сході країни	Позиціонування продукції на нових ринках збуту
Географія	Стихійні лиха в межах географічної області	Можливість використання природних ресурсів в межах області (сировина, вода з природних водойм)
Демографія	Нестабільна ситуація в країні, як наслідок зміна кількості споживачів	Збільшення кількості клієнтів, внаслідок міграції в країну і як наслідок збільшення попиту на продукт
Культура	Виникнення культурно-національних конфліктів між персоналом	Налагодження стосунків в інтернаціональному колективі, що спричинить здорову робочу атмосферу та підвищить продуктивність праці.
НТП	Можливість морального старіння обладнання та технології виготовлення продукції. Необхідність освоєння нових технологій	Перекваліфікація персоналу, поява нового економічно вигідного обладнання

До факторів зовнішнього оперативного середовища відносять конкурентів, постачальників, посередників, споживачів.

Табл. 5.2.2 – Аналіз факторів зовнішнього оперативного середовища

Сфера	Переваги	Недоліки
Посередники	Наявність великої кількості посередників дозволяє суттєво зменшити кількість персоналу	Мають місце постійний контроль за посередниками та питання укладання вигідних договорів.
Постачальники	Вибір найоптимальніших постачальників за принципом «ціна-якість»	Перебої в постачанні призводять до збільшення собівартості продукції
Конкуренти	Поява нового товару нижчої ціни на ринку, що дасть можливість конкурувати з існуючими підприємствами	Контроль ринку конкурентами є перешкодою у встановленні вигідної позиції на ринку при збуті клієнтської бази Введення даного стартапу на конкурентних підприємствах
Споживачі	При появі споживачів як фізичних осіб виникає перспектива появи нової роздрібної мережі торгівлі. Співпраця як з великими будівельними фірмами, так і персонально з кожним покупцем	Неможливість швидкого реагування на запити споживачів. Не високий попит на продукцію на початку. Відданість більш відомим маркам

Вплив зацікавлених сторін на основі аналізу зовнішнього середовища (табл. 5.2.3) для визначення потенційних загроз в впровадженні розробки, формуванні ризиків стартап-проекту (інноваційної розробки).

Табл. 5.2.3 – Аналіз зацікавлених сторін

Зацікавлена сторона	Вплив її на реалізацію проекту	Цікавість її до проекту	Загальний коефіцієнт впливу на проект
Суб'єкти зовнішнього оперативного середовища			
Виробник: ТОВ «АТЕМ ГРУП»	3	10	25
Постачальник сировини: ДП "Шпат"	10	10	25
Споживачі: «Укрбуд»	5	10	16
Посередники: агенство нерухомості	5	8	15

Продовження таблиці 5.2.3

Зовнішнє середовище			
Політичні структури: КМДА	3	3	9
Суб'єкти економічного середовища: банки	4	4	16
Суб'єкти демографії: спеціалізовані кадри	4	4	16
Суб'єкти культурного середовища: субкультури	1	1	1
Суб'єкти НТП: навчальні заклади	5	4	20

Аналіз внутрішнього середовища підприємства забезпечує визначення сильних та слабких сторін в процесі реалізації стартап-проекту, що саме буде сприяти забезпеченню розробки, впровадженню, а що створюватиме ризики в розробці, впровадженні та реалізації ідеї стартап- проекту (табл. 5.2.4).

Табл. 5.2.4 – Переваги і недоліки внутрішнього середовища

	Переваги	Недоліки
Організаційна структура	<ul style="list-style-type: none"> • Рациональна організаційна структура; • Використання переваг організаційно-правових форм організації бізнесу 	<ul style="list-style-type: none"> • Неефективний менеджмент; • Незнання переваг організаційно-правових форм організації бізнесу
Персонал	<ul style="list-style-type: none"> • Власна база підготовки кадрів; • Обмеження в мобільності населення 	<ul style="list-style-type: none"> • Висока плінність кваліфікованих кадрів
Виробництво	<ul style="list-style-type: none"> • Можливість розширити виробничих потужностей; • Світовий рівень якості продукції; • Ефективна система контролю якості • Сприятливість до нових розробок 	<ul style="list-style-type: none"> • Швидко старіючі виробничі потужності; • Велика енергоємність і матеріаломісткість продукції
Маркетинг	<ul style="list-style-type: none"> • Цінові переваги на зовнішньому ринку 	<ul style="list-style-type: none"> • Відсутність коштів на вивчення конкретних потреб ринку; • Брак коштів на рекламу
Фінанси	<ul style="list-style-type: none"> • При малих інвестиціях менша імовірність втратити кошти, вкладені на розвиток компанії 	<ul style="list-style-type: none"> • Загроза повільного зросту підприємства через брак коштів

Оцінка конкурентних переваг за методом Шонфільда

Для виробництва керамогранітної плитки важливими є такі характеристики: ціна, довговічність, екологічність, міцність та морозостійкість. Методом експертного опитування визначено вагомість кожної характеристики продукції з точки зору споживача від 0,0 до 1,0.

Конкурентами, які виготовляють аналогічну продукцію є компанії ТОВ «АТЕМ ГРУП», ПрАТ «Харківський плитковий завод».

Методом експертного опитування оцінено від 1 до 5 балів кожну характеристику для нашої продукції і для конкурентів та сформовано зведену таблицю оцінки характеристик продукції (табл. 5.2.5).

Табл. 5.2.5 – Оцінка характеристик продукції

Характеристика	Коефіцієнт вагомості характеристики	Оцінка характеристик		
		Наша продукція	Конкурент «АТЕМ ГРУП»	Конкурент «Харківський плитковий завод»
Ціна	0,25	5	3	4
Довговічність	0,20	4	5	5
Екологічність	0,05	5	5	4
Міцність	0,25	4	5	5
Морозостійкість	0,25	5	5	4

З урахуванням коефіцієнту вагомості характеристики визначаємо бальну оцінку кожної характеристики для нашої продукції і для конкурентів (табл. 5.2.6).

Табл. 5.2.6 – Бальна оцінка характеристик продукції

Характеристика	Бальна оцінка характеристик		
	Наша продукція	Конкурент «АТЕМ ГРУП»	Конкурент «Харківський плитковий завод»
Ціна	1,25	0,75	1
Довговічність	0,8	1	1

Продовження таблиці 5.2.6

Екологічність	0,25	0,25	0,2
Міцність	1	1,25	1,25
Морозостійкість	1,25	1,25	1
Сума	4,55	4,5	4,45

На підставі отриманих бальних оцінок будуюмо графік порівняння конкурентних переваг нашого підприємства з конкурентами (рис. 5.1.1).

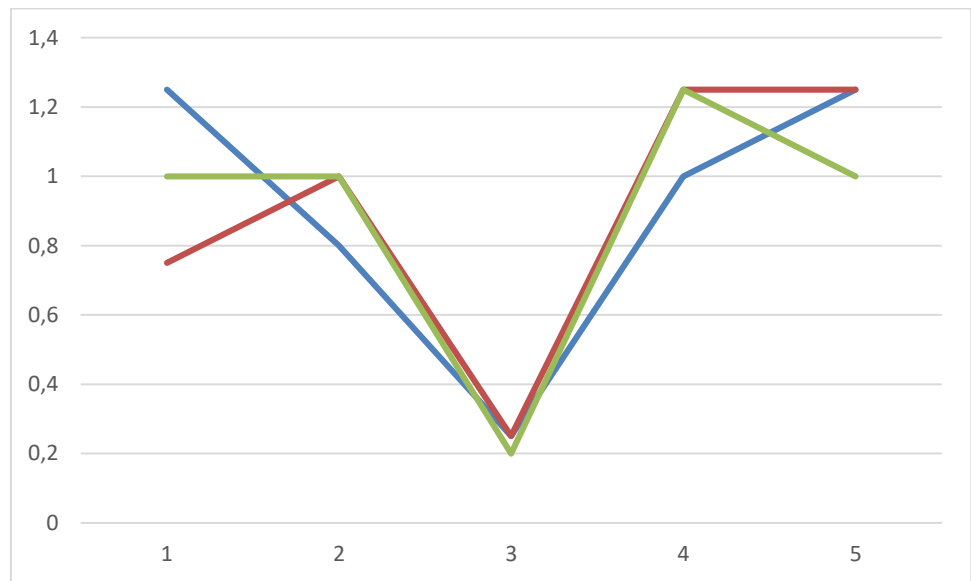


Рис. 5.1.1 – Графік порівняння конкурентних переваг нашого підприємства з конкурентами. Умовні позначення: лінія синього кольору – наше підприємство; сірого кольору - «Харківський плитковий завод»; червоного - ПрАТ«АТЕМ ГРУП».

Висновок: відповідно до отриманих результатів фактором переваги продукції нашого підприємства є ціна. За показником «морозостійкість» та «екологічність» у нашого підприємства є конкурент – компанія «АТЕМ ГРУП». За показниками «ціна» наша продукція не конкурує.

Таким чином, наше підприємство повинно зосередитися на покращенні довговічності та міцності.

Опитування споживачів та паспорт клієнта

Опитування проводиться серед потенційних споживачів, для встановлення потреб споживачів.

Анкета для опитування наведена в Додатку 1.

Таблиця 5.2.7 Паспорт клієнта «Епіцентр»

I. Загальна інформація про клієнта		
1	Повне найменування та скорочене найменування	Національна мережа будівельно-господарських гіпермаркетів «Епіцентр К»
2	Організаційно-правова форма	Товариство з обмеженою відповідальністю
3	Форма власності	Приватна компанія
4	Код за ЄДРПОУ	32490244
5	Місцезнаходження згідно з документами	02139, м. Київ, вул. Братиславська, 11
II. Основні відомості про клієнта		
6	Галузь діяльності	Оптово-роздрібна торгівля
7	Рівень спеціалізації	Багатопрфільне
8	Потужність	Велике
9	Ресурси, що споживаються	Матеріаломістке, капіталомістке
10	Сфера діяльності	Комерційне, посередницьке
11	Рівень технологічної цілісності	Провідне
12	Організація процесів	Безперервне
13	Робота протягом року	Позасезонне
14	Доля іноземного капіталу	Більше 10%
15	Формування статутного капіталу	Корпоративне
16	Засновано	2003 рік
17	Засновник	Герєга Олександр Володимирович
18	Штаб-квартира	Київ
19	Територія діяльності	Україна
20	Ключові особи	Генеральний директор: Петро Михайлишин Фінансовий директор: Герєга Галина Федорівна
21	Власники	Герєга Олександр (81,1%) Герєга Галина (18,7%) Суржик Тетяна (0,055%)
22	Продукція	Будівельні товари та матеріали
23	Виторг	28 147 млрд грн (2016)
24	Операційний прибуток ЕВІТ	3 200 млрд грн (2016)
25	Чистий прибуток	2 434 млрд грн (2016)
26	Чисельність співробітників	20 931
27	Холдингова компанія	Emak S.p.A.

					ХМ3206.1006.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		104

Продовження таблиці 5.2.7

28	Дочірні компанії	18 підприємств
29	Асоціації	Європейська асоціація роздрібної торгівлі системи DIY
30	Володіння	Мережа «Епіцентр» Мережа «Нова лінія» Логістичний комплекс «Калинівка» Холдинг «Вінницька агро-промислова група» Онлайн магазин 27.ua
31	Мережа магазинів	46 гіпермаркетів
32	Сайт	Epicentrk.ua
33	Контактні дані	Центральний відділ: +38 (044) 886 3431 (факс) +38 (044) 886 34 53

«07» грудня 2018 р.

Герега Галина Федорівна

(П.І.Б. уповноваженої особи клієнта)

(підпис)

5.3. Складові калькуляції на розробку і реалізацію ідеї

Розрахунок вартості сировини і матеріалів

Розрахунок витрат сировини, матеріалів базується на формах витрат, встановлених галузевими нормами, стандартами і технологічним регламентом підприємства. Результати розрахунків приведені у вигляді табл. 5.3.1.

Табл. 5.3.1 – Оборотні фонди підприємства

Матеріали та сировина	Маса, т./рік	Ціна за т., грн.	Вартість грн./міс.	Загальна вартість за рік
Шихта «Шпат»	50662,33	2400	10132466	121589592
ПП стрічка	200 рулонів	300 грн/рулон	5000	60000
Термоусадочна плівка	2 т	75 грн/кг	12500	150000
Картон			6667	80000
Дизельне паливо			25000	300000
Інше			20000	240000
Газ			1777327	21327926,76

Продовження таблиці 5.3.1

Електроенергія			211640	2539679,6
Вода			12681	152168
Сума			12203281	146439366

Розрахунок вартості палива і енергії на технологічні потреби

Табл. 5.3.2 - Розрахунок потреби в електроенергії на технологічні потреби

Техн. устаткування	паспорт	потужність, кВт	Коеф. спрощення	Коеф. збільшення	Тужність, кВт	Час роботи, год	Витрати електроенергії, кВт·год	
Грейферний Кран	52	3	52	0,9	1,1	50,5	2160	670672
			52	0,9	1,1	50,5	5600	
			52	0,9	1,1	50,5	5600	
Бункер запасу	8	2	16	0,9	1,1	15,4	2160	33264
Дизінтегратор	30	1	30	0,9	1,1	28,4	2160	61344
Вібросито	52	1	52	0,9	1,1	50,5	2160	108432
БРС	22	2	22	0,9	1,1	21,6	2160	167616
			22	0,9	1,1	21,6	5600	
Прес	26	2	26	0,9	1,1	25,2	2160	195552
			26	0,9	1,1	25,2	5600	
Роликова піч	75	1	75	0,9	1,1	74,7	5600	418320
Сортувально – пакувальне обладнання	15.5	1	15.5	0,9	1,1	15,4	8400	129360
Загалом	-	-	-	-	-	-	-	1784560
Невраховане електрообладнання 20%	-	-	-	-	-	-	-	356912
Всього	-	-	-	-	-	-	-	1074360

Розрахунок витрат на силову енергію визначається з сумарної потужності двигунів і встановлених тарифів на електроенергію. Потужності електродвигунів виробничого устаткування складають з таблиці 5.3.2.

Споживання електроенергії в рік визначається по формулі:

$$E_{\phi} = M_y \times K_{зв} \times K_o \times K_{зм} / (K_c \times n), \text{ де}$$

E_{ϕ} - фактично споживана енергія, кВт×година/рік;

M_y - фактично встановлена потужність приймачів;

$K_{зв}$ - коефіцієнт завантаження устаткування за часом, $K_{зв}=0,814$;

K_o - коефіцієнт одночасності роботи устаткування, $K_o=0,9$;

$K_{зм}$ - коефіцієнт електричного завантаження устаткування, $K_{зм}=0,9$

K_c - коефіцієнт, що враховує втрату електроенергії в мережі, $K_c=0,9$

n - ККД електродвигунів устаткування, $n=0,8$;

$$E_{\phi} = 2141472 \times 0,184 \times 0,9 \times 0,9 / (0,9 \times 0,8) = 1074360 \text{ кВт} \times \text{година} / \text{рік};$$

Вартість спожитої електроенергії розраховується по одній ставці тарифу:

$$T_e = E_{\phi} \times C = 1074360 \times 2,3639 = 2539679,6 \text{ грн.};$$

Витрати на зміст відповідного енергогосподарства, за даними підприємств, складає 10% від вартості фактично спожитої енергії :

$$P_e = 2539679,6 \times 0,1 = 253967,96 \text{ грн.};$$

Заводську собівартість електроенергії встановлюють по формулі:

$$C_e = (T_e + P_e) / (E_{\phi} \times K_p) \text{ грн./кВт} \times \text{година};$$

де: T_e - вартість споживаної енергії, грн.;

P_e - витрати на зміст відповідного енергогосподарства;

E_{ϕ} - фактично споживана енергія, кВт×година /рік;

K_p - втрати електроенергії в мережі, $K_p = 0,95$;

$$C_e = (2539679,6 + 253967,96) / (1074360 \times 0,95) = 2,74 \text{ грн.};$$

V_g - річний випуск продукції;

Вартість на річну програму визначається:

$$C_{el} = E_{\phi} \times C_e = 1074360 \times 2,74 = 2943746,4 \text{ грн./рік};$$

Розрахунок амортизаційних відрахувань

					ХМ3206.1006.001.ПЗ	Арк.
						107
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок вартості нового устаткування з урахуванням транспортних, монтажних і інших витрат приведені в табл. 5.3.4

Таблиця 5.3.4 – Розрахунок вартості нового устаткування

№	Назва обладнання	Од., шт.	Вартість за од., тис. грн.	Вартість у сумі, тис. грн.
1	Грейферний кран	1	120000	120000
2	Бункер запасу	4	75000	300000
3	Ящиковий живильник	4	60000	240000
4	Дезінтегратор	4	150000	750000
5	Басейн з пропелерною мішалкою	2	80000	160000
6	Насоси	3	25000	75000
7	БРС	1	300000	300000
8	Бункер запасу (силос)	2	150000	300000
9	Сито	1	75000	75000
10	Стрічковий транспортер	2	50000	100000
11	Прес	2	600000	1200000
12	Приймально - розподільчий пристрій	2	50000	100000
13	Вертикальна сушарка	1	65000	65000
14	Роликова піч	1	3500000	3500000
15	Сортувально – пакувальне обладнання	1	350000	350000
	Сума	32	8620000	8620000

Розрахунок основної і додаткової заробітної плати виробничих робітників

Табл. 5.3.5 - Річна витрата заробітної плати інженерно-технічного персоналу і службовців, на підставі місячних окладів

Посада	ЗП за місяць за 1 людину	ЗП за мі- сяць разом	ЗП за рік разом
Інженер (4)	12000	48000	576000
Технолог (8)	8000	64000	768000
Оператор (4)	7500	30000	360000
Лаборант (4)	8000	64000	768000
Відділ якості (8)	7000	56000	672000
Вантажник (8)	6000	48000	576000
Фасувальник, пакувальник (4)	7000	28000	336000
Прибиральник (4)	5000	20000	240000
Електрик (4)	7500	30000	360000
Сума	54000	388000	4656000

Собівартість

- за рік

$$C_{\text{річна}} = A + \text{Обз} = 2493000 + 165001930 = 167494930 \text{ (грн / рік)}$$

- одиниці продукції

$$C_{\text{од}} = \frac{C_{\text{річна}}}{B_{\text{річна}}} = \frac{10419865}{2400000} = 69,8 \text{ (грн / м}^2\text{)}$$

■ Ціна продукції

Ринкова ціна для м² нашої плитки – 125грн/ м²

Розрахуємо річну вартість продукції:

$$\text{Ц}_{\text{річ}} = \text{Ц}_{\text{сер}}^{\text{од}} * B_p = 125 * 2400000 = 300000000 \text{ грн/рік}$$

- Прибуток:

$$П_{річ} = Ц_{річ} - С_{річ} = 300000000 - 167494930 = 132505070 \text{ грн/рік}$$

- Рентабельність:

$$P = \frac{П_{річ}}{С_{річ}} * 100\% = \frac{132505070}{167494930} * 100\% = 79,1\%$$

- Економічна ефективність:

$$E = \frac{П}{ОФ + ОБК} = \frac{132505070}{13027000 + 165001930} = 0,744$$

- Час повернення капіталовкладень:

$$T_{пов} = \frac{1}{E} = 1,34 \approx 16,1 \text{ місяців}$$

- Загальна вартість проекту: 167914930 грн, 560тис. – вартість розробки проекту, здобуття ліцензії, початковий запуск реклами (Табл. 5.3.7)

- Фондовіддача:

$$ФВ = \frac{В}{ОФ} = \frac{132505070}{13027000} = 10,17 \text{ грн/грн}$$

- Фондоємність:

$$ФЄ = \frac{1}{ФВ} = \frac{1}{10,17} = 0,0983 \text{ грн/грн}$$

- Фондоозброєність:

$$ФО = \frac{ОФ}{Ч_{сп}} = \frac{13027000}{48} = 271395,8 \text{ грн/особу}$$

Табл.5.3.6 – Техніко-економічні показники заводу з виробництва керамогранітної плитки

Показник	Проектний показник
Річний випуск продукції, м ²	24000000
Кількість персоналу	42
Усього персоналу на заводі	118
Сумарні капіталовкладення, грн	167914930

Продовження таблиці 5.3.6

Собівартість продукції, грн	69,8
Ринкова ціна, грн	125
Рентабельність продукції, %	79,1
Період повернення капіталовкла- день, міс	16,1

Розрахунок ціни інноваційної пропозиції на ринку

Ціна, яку було встановлено для продажу керамогранітної плитки - 125 грн/м². Для порівняння, у конкурентів ТОВ «АТЕМ ГРУП», ПрАТ «Харківський плитковий завод» ціна - 142 грн/м², 136 грн/м² відповідно. Це робить нашу продукцію найдешевшою на ринку, при незмінній якості.

5.4 Аналіз джерел фінансування стартапу

Джерела фінансування:

1. Запозичені кошти (кредити, інфестиції, гранти, кошти громадських організацій)
2. Власні кошти

Нам необхідна сума 560000 грн для проектування виробництва, отримання ліцензії та проведення маркетингових заходів. 167494930 грн необхідно для стар-
рту виробництва.

Кредити:

1. КУБ (ПриватБанк): сума 500000 грн без застави, термін – 12 міс, щоміся-
чна ставка – 2% на місяць на початкове тіло кредиту.
2. Кредити на розвиток бізнесу та фінансування інвестиційних витрат (Ук-
рексімбанк): сума 500000 грн для маркетингу; під заставу у вигляді неру-
хомого майна, транспортних засобів та основних засобів виробництва,
термін – до 12 місяців, процентна ставка від 17,5 %.

Оптимальна технологія продажу

Планове місце реалізації результату розробки – Будівельні майданчики,
громадські оселі, офісні будівлі та приміщення.

Методи просування розробки на ринок – створення сайту з продукцією,

					ХМЗ206.1006.001.ПЗ	Арк.
						111
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

участь у науково-технічних виставках, реклама в інтернеті та на бігбордах.

Бюджет складає 167914930 грн.

Табл. 5.3.7 – Карта бізнес-процесів виконання стартап проекту

Стадія реалізації стартап проекту	Бізнес-процеси	Характеристики		
		Задіяні ресурси	Орієнтовна тривалість процесу	Верхня межа фінансових витрат
Розробка ідеї стартапу(200 тис)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Розробка ідеї; ➤ Аналіз ринку; ➤ Формування команди; ➤ Перевірка потреб споживача; ➤ Розробка ТЗ ➤ Формування операційних допущень; ➤ Розробка плану 	Інформаційні, людські, засоби пошуку інформації (комп'ютер, підключений до інтернету), фінансові.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 48 год; ➤ 10 год; ➤ 160 год; ➤ 72 год; ➤ 480 год; ➤ 120 год; ➤ 120 год. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 50 тис; ➤ 20 тис; ➤ 60 тис; ➤ 20 тис; ➤ 50 тис; ➤ 100 тис; ➤ 80 тис.
Реалізація ідеї(360 тис)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Створення ТОВ; ➤ Оформлення, реєстрація торгової марки та штрих-коду; ➤ Заключення договору про намір з банком; ➤ Заключення договору про намір з виробником; ➤ Заключення договору про намір з точкою збуту. 	Людські, фінансові.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 160 год; ➤ 160 год; ➤ 16 год; ➤ 16 год; ➤ 16 год. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 30 тис; ➤ 50 тис; ➤ 50 тис; ➤ 50 тис; ➤ 50 тис.
Впровадження у виробництво (99% - 167354930 грн)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Запуск договорів; ➤ Виготовлення ➤ Контроль якості виробленої продукції. 	Фінансові, людські.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 40 год; ➤ 744 год; ➤ 48 год. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ - ➤ 167 млн 355 тис; ➤ 55 тис;

Визначено фактори і елементи бізнес-процесів методом системного аналізу (табл. 5.3.8).

Табл. 5.3.8 – Системний аналіз бізнес-процесів стартапу

Функції	Елементи								
	Автор	Команда розробників	Банк	Юрист	Бухгалтер	Маркетолог	Виробник	Реалізатор	Споживач
Розробка ідеї	+								
Аналіз ринку	+					+			
Формування команди	+								
Перевірка потреб споживача	+	+				+			
Розробка ТЗ	+	+							
Формування операційних допущень	+	+			+	+			
Бізнес-план	+	+			+				
Створення ТОВ	+				+				
Оформлення, реєстрація торгової марки та штрих-коду	+	+		+					
Заклучення договору про намір з банком	+		+	+					
Заклучення договору про намір з виробником	+			+			+		
Заклучення договору про намір з точкою збуту	+			+				+	
Запуск договорів	+								
Виготовлення							+		
Контроль якості виробленої продукції		+					+		
Споживче тестування									+

Анкета для опитування потенційних споживачів

Доброго дня!

Виробниками керамогранітної плитки «GRESS» проводиться опитування, щоб дізнатись Вашу думку щодо нового методу виготовлення плитки.

Вашій увазі пропонується декілька питань. Оберіть найбільш прийнятний для Вас варіант або запропонуйте власний.

ПІБ: _____

(у разі заповнення анкети від організації – назва організації)

Ваша посада: _____

1. Чи вважаєте Ви керамогранітну плитку вигідним матеріалом для оздоблення?

☐ так

☐ ні

Власний варіант _____

2. Чи турбує вас сучасний стан екології, зокрема питання утилізації відходів?

☐ так

☐ ні

Власний варіант _____

3. Чи важливо для Вас наскільки екологічним є підхід до виробництва керамограніту?

☐ так

☐ ні

Власний варіант _____

4. Які характеристики керамограніту є важливими для Вас?

5. Чи купили б Ви таку керамогранітну плитку?

☐ так

☐ ні

Власний варіант _____

6. Яку суму коштів Ви готові витратити на оздоблення Вашої оселі плиткою?

					ХМЗ206.1006.001.ПЗ	Арк.
						114
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

В даній магістерській дисертації було запропоновано використання оптимізованої сировини для виробництва плитки «Gress» продуктивністю 2,4 млн. м² плиток в рік, з використанням матеріалів і устаткування, що дозволяють випускати продукцію у відповідності до міжнародних стандартів. Сировина, що використовується: каолін лужний, та кварц – польовошпатна шихта підприємства «Шпат» родовища «Гірське» Житомирської області. Дані види сировини за своїм хімічним, гранулометричним, і мінералогічним складом є найбільш оптимальними у виробництві керамограніту, оскільки вони забезпечують високу якість продукції та підвищені експлуатаційні характеристики (в порівнянні зі звичайною плиткою) - водопоглинання (<0,5%), зносостійкість (175 мм³), міцність (>28 МПа), твердість (>8 по Моосу), морозостійкість (>100 циклів) та інертність до агресивних хімічних агентів.

Підприємство з виробництва плитки «GRESS» буде розміщено в безпосередній близькості до постачальника сировини – гірничо-добувного підприємства «Шпат» родовища «Гірське» (с. Мала Токарівка, Житомирська обл.). Необхідність існування ділянки з виробництва керамограніту обумовлена зростаючими потребами ринку України та близького зарубіжжя в якісній, і у той же час дешевій плитці «Gress», наявністю кваліфікованих кадрів, робочої сили й зручного транспортного сполучення.

Оптимізована шихта забезпечить економію енергозатрат і часу виробничого циклу в процесах перемішування шихти, оскільки вона вже буде поступати на виробництво у близькому до необхідного мінералогічному і гранулометричному складі. Для порівняння, усі відчизняні виробники керамічної плитки, і в тому числі найбільше підприємство ТОВ «АТЕМ ГРУП» закупують всі сировинні компоненти окремо у різних постачальників (пісок, глина, польовий шпат і т.д.), і в подальшому проводять їх крупний і тонкий помел, а потім змішування. До того ж, помел на відчизняних підприємствах проводиться із застосуванням кульових млинів, які вже давно вичерпали себе. В даному виробництві для помелу (тонкого, крупний відпа-

					ХМ3206.1006.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		115

дає, оскільки шихта, вже буде необхідного фракційного складу 0 – 10мм.) будуть використовуватись дезінтегратори, що дадуть змогу багатократно скоротити енергоресурсність етапу масозаготівлі, і значно підвищать вихід продукту в кінці масозаготівлі. Також суттєво знизиться вартість доставки сировини на підприємство, оскільки наше підприємство знаходиться в безпосередній близькості до родовища «Гірське».

У даній дисертації було проведено вибір і розрахунок технологічного устаткування, у відповідності до оптимізованої шихти. Задана потужність цеху і якість продукції, що випускається, досягається завдяки впровадженню в технологічний процес сучасного устаткування. Установка гідравлічного преса напівсухого двоступінчатого пресування PH-7500 фірми «SACMI», сушарки й роликової печі фірми «SACMI» дозволять випускати високоякісну плитку розміром 300x300x7,5мм. Випал плитки в роликовій печі, проводиться з максимальною температурою випалу 1230°C.

Приготування прес-порошку проводиться шлікерним способом (вологість шлікера 35%), з подальшим його зневодненням у БРС. Цей спосіб забезпечує найбільш високу ступінь перемішування компонентів шихти з добавками, і гарантує однорідність маси.

Було виконано конструктивний та тепловий розрахунок печі. Довжина печі 97 метрів, ширина каналу 2,49 метрів. Здійснено розрахунок горіння палива. Визначено обсяг вологого повітря необхідного для горіння палива $L'_\alpha = 11,67 \text{ м}^3$. Розраховано витрату продуктів горіння при спалюванні 1 м^3 газу $V_\alpha = 13,02 \text{ м}^3$. Теплотворна здатність газу $Q_H = 37020,36 \text{ кДж/м}^3$.

У процесі розрахунку теплотехнічних параметрів склали тепловий баланс печі фірми “SACMI”, у якому враховувалися всі статті приходу й витрати теплоти. Визначили годину витрату палива $X = 282,5 \text{ м}^3/\text{год}$ для забезпечення продуктивності печі для випалу 2400000 м^2 у рік. Кількість повітря, що подається на охолодження виробів $V_{\text{пов}} = 16319,76 \text{ м}^3$.

					XM3206.1006.001.ПЗ	Арк.
						116
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У розділі 3 було проведено автоматизацію процесу приготування прес-порошку з подальшим його зневодненням у БРС.

Всі технологічні рішення прийняті з урахуванням вимог охорони праці, пожежної й екологічної безпеки. В розділі 4 була представлена низка заходів щодо усунення шкідливих і небезпечних чинників, вибрано освітлення на місцях роботи виробничого персоналу, розроблені заходи по електробезпеці, пожежобезпеці, усуненню небезпеки рухомих механізмів.

У розділі 5 було виконано повний розрахунок вартості виробництва плитки «GRESS», та вартість введення у виробництво такого стартап проекту, як «Оптимізація складу вихідної шихти у виробництві керамогранітних плиток». Сумарна вартість проекту склала 167 мільйонів 915 тис. грн. (560000 грн для проектування виробництва, отримання ліцензії та проведення маркетингових заходів; 167494930 грн необхідно для старту виробництва). Рентабельність виробництва склала 79,1%, а період повернення капіталовкладень – 16,1 міс.

Ціна, яку було встановлено для продажу нашої керамогранітної плитки - 125 грн/м² (при собівартості 69,8). Для порівняння, у конкурентів ТОВ «АТЕМ ГРУП», ПрАТ «Харківський плитковий завод» ціна на ідентичну продукцію- 142 грн/м², 136 грн/м² відповідно. Це робить нашу продукцію найдешевшою на ринку, при незмінній якості.

До дипломного проекту виконана графічна документація

					ХМ3206.1006.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		117

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Зелена книга: системний перегляд якості державного регулювання ринку «Керамічні плитки і плити» - Барингольц Т.Ю., Бардасова І.С., Барзилович Д.М. - Офіс ефективного регулювання BRDO, Київ 2017 – 80с.
2. Джерело: Державна служба статистики України[Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
3. За даними Української асоціації кераміки [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Режим доступу: <http://www.ceramic.com.ua>.
4. ДСТУ Б.В.2.7-282:2011 Будівельні матеріали. Плитки керамічні для підлог. Технічні умови (EN 14411:2006, NEQ). - К.: Держкоммістобудування України, 2011. - 10 с.
5. ДСТУ Б.В.2.7-283:2011 Плитки керамічні. Методи випробувань - К.: Держкоммістобудування України, 2011. - 64 с.
6. Канаев В.К. Новая технология строительной керамики. - М.: Стройиздат, 1990. - 264 с.
7. Августинник А.Г.Керамика. – Л.: Стройиздат, 1975. – 592с.
8. Бахталовский И.В. и др. Механическое оборудование керамических заводов. – М.: Машиностроение, 1982. – 432 с.
9. Мінеральна сировина для виробництва кераміки та скла. Основні вимоги та методи визначення якості. Навчальний посібник / В. М. Павленко., І. С. Субота., Б. Ю. Корнілович; під ред. проф. Б. Ю. Корніловича. - Київ 2008. – 100с.
10. Бобкова Н.М., Дятлова Е.М., Куницкая Т.С. Общая технология силикатов: Учеб. Для вузов. – Минск: Выша школа, 1987. – 288с.
11. Сайт дочірнього підприємства «ШПАТ» [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Режим доступу: <http://shpat.com.ua>
12. Публічна кадастрова карта України [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Режим доступу: <http://land.gov.ua>

					ХМ3206.1006.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		118

13. Гузман И.Я. Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов. – М.: ООО РИФ «Стройматериалы», 2003. – 496с.
14. Дудеров И.Г., Матвеев Г.М., Суханова В.Б. Общая технология силикатов. – М.: Стройиздат, 1987. – 560с.
15. ДСТУ БВ.2.7-60-97 Будівельні матеріали. Сировина глиниста для виробництва керамічних будівельних матеріалів. Класифікація. - К.: Держкоммістобудування України, 1997. - 6 с.
16. Величко Ю.М. Хімія і технологія кераміки. Високотемпературні процеси: навчальний посібник / Величко Ю.М., Племянніков М.М., Яценко А.П., Корнілович Б.Ю.; за ред. чл.-кор. НАН України Б.Ю. Корніловича. – К.: «Освіта України», 2016. – 167 с.
17. Павлов В.Ф. Физико-химические основы обжига изделий строительной керамики. – М.: Стройиздат, 1977. – 348с.
18. Крупа А.А. Оборудование и проектирование керамических заводов. – К.: Вища школа, 1983. – 289с.
19. Крупа А.А., Городов В.С. Химическая технология керамических материалов. – К.:Вища школа, 1990. – 399с.
20. Промислові засоби автоматизації. Ч.1 вимірювальні пристрої / Навч. посібник за заг. ред. Бабіченка А.К. - Харків: НТУ "НТІ", 2000. - 470 с.
21. Промышленные приборы и средства автоматизации: Справочник под ред. Черенкова В.В. - Л.: Машиностроение, 1987. - 368 с.
22. Левченко П.В. Расчеты печей и сушил силикатной промышленности. – К.: Вища школа, 1973. – 264с.
23. Кораблев В.П. Электробезопасность на предприятиях химической промышленности: Справочник изделий. - М.: Химия, 1991. - 240с.
24. Макаров Г.В., Васин А.Я. и др. Охрана труда в керамической промышленности. – М.: Химия, 1989. – 496с.
25. Гогиташвили Т.Т. Охрана труда на предприятиях промышленности строительных материалов. Киев – 1993.

					ХМ3206.1006.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		119

26. Пащенко А.А. Общая технология силикатов. – К.: Вища школа, 1983. – 408с.
27. Ралко А.В., Крупа А.А., Племянников Н.Н. Теплотехника, тепловые процессы и агрегаты в технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов. – К.: УМКВО, 1993. – 460с.
28. Суворов С.Г., Суворова Н.С. Машиностроительное черчение: Справчник. – М.: Машиностроение, 1984. – 352с.
29. Основні вимоги до проектної та робочої документації: ДСТУ Б А.2.4-4:2009. – [Чинний від 24.01.2009 р.] . – Київ.
30. Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине „Тепловые процессы и аппараты в технологии силикатов”. – К.: КПИ, – 1987. – 60с.
31. ДСТУ Б.В.2.7–60–97. Строительные материалы. Глинистое сырье для производства керамических строительных материалов. Классификация. – К.: Укрархбудінформ. – 32с.

					ХМ3206.1006.001.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		120